

**"DIE WIRKSAMKEIT EINES MEHRMONATIGEN  
PRÄVENTIVTRAININGS  
AN COMPUTERGESTEUERTEN  
TRAININGSSYSTEMEN  
BEI UNTRAINIERTEN FRAUEN  
MIT CHRONISCHEN RÜCKENBESCHWERDEN  
AUF AUSGEWÄHLTE FUNKTIONSSYSTEME  
DES ORGANISMUS"**

**INAUGURAL - DISSERTATION**

**Paul - Heinrich A l b e r d i n g**

Aus dem  
**Lehrstuhl für Sportmedizin**  
(Leiter: Univ. - Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki)  
am  
**Institut für Sportwissenschaft**  
(Gef. Direktor: Univ. - Prof. Dr. phil. Jürgen Schwier)  
der  
**Justus - Liebig - Universität Gießen**

**"DIE WIRKSAMKEIT EINES MEHRMONATIGEN  
PRÄVENTIVTRAININGS  
AN COMPUTERGESTEUERTEN  
TRAININGSSYSTEMEN  
BEI UNTRAINIERTEN FRAUEN  
MIT CHRONISCHEN RÜCKENBESCHWERDEN  
AUF AUSGEWÄHLTE FUNKTIONSSYSTEME  
DES ORGANISMUS"**

**INAUGURAL - DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie  
des Fachbereiches 06  
Psychologie und Sportwissenschaft  
der Justus - Liebig - Universität Gießen

vorgelegt von

**Paul - Heinrich A l b e r d i n g**

aus

**Lastrup**

**Gießen 2003**



**Aus dem Lehrstuhl für Sportmedizin**

**Institut für Sportwissenschaft; Medizinisches Zentrum für Innere Medizin**

**Leiter: Univ. - Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki**

**der Justus - Liebig - Universität Gießen**

**Dekan: Univ. - Prof. Dr. phil. Joachim Stiensmeier - Pelster**

**Betreuer: Univ. - Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki**

**I. Gutachter: Univ. - Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki**

**II. Gutachter: Univ. - Prof. Dr. phil. Hannes Neumann**

**Tag der Disputation: 17. Februar 2004**

Diese Arbeit ist  
Christine Rönicke  
gewidmet

	<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<u>Seite</u>
<b>1.</b>	<b>Einleitung und Fragestellung</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Die gesellschaftliche Situation im Gesundheitswesen und das Gesundheitsverhalten der Bevölkerung</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Prävention und Rehabilitation als Strategie</b>	<b>9</b>
<b>1.3</b>	<b>Sport als Gesundheitstraining - Besonderheiten des Rücken - Schutz - Programmes</b>	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>Wissenschaftliche Fragestellung</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>Methodik</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Untersuchungsprinzip</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Studienprotokoll - Hannover</b>	<b>21</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Untersuchungsgut</b>	<b>21</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Untersuchungsbedingungen</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Eingangstest - Analysebogen, Re - Test- Analysebogen, Abschluß - Analysebogen</b>	<b>24</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Microfit - Test</b>	<b>25</b>
<b>2.2.4.1</b>	<b>Herzschlagfrequenz, Blutdruck</b>	<b>26</b>
<b>2.2.4.2</b>	<b>Anthropometrische Daten</b>	<b>28</b>
<b>2.2.4.3</b>	<b>Muskelfunktionsdiagnostik</b>	<b>29</b>
<b>2.2.4.3.1</b>	<b>Aktionspotentiale, Oberflächen - EMG</b>	<b>29</b>
<b>2.2.4.3.1.1</b>	<b>Aktionspotentiale des M. rectus abdominis</b>	<b>30</b>
<b>2.2.4.3.1.2</b>	<b>Aktionspotentiale des M. erector spinae</b>	<b>32</b>
<b>2.2.4.3.2</b>	<b>Beweglichkeit</b>	<b>33</b>
<b>2.2.4.4</b>	<b>Modifizierter, submaximaler Herz - Kreislauftest nach ÅSTRAND</b>	<b>34</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Dynamische Maximalkraftanalysen an computergesteuerten Test- und Trainingssystemen</b>	<b>37</b>

	<u>Seite</u>
2.2.5.1 Set - Up Test	38
2.2.5.2 LifeCircuit® - Stationen	39
2.2.5.2.1 LifeCircuit® - Bauchmuskel	40
2.2.5.2.2 LifeCircuit® - Rückenstrecker	41
2.2.5.2.3 LifeCircuit® - Beinstrecker	42
2.2.5.2.4 LifeCircuit® - Beincurl	43
2.2.5.2.5 LifeCircuit® - Rudern sitzend	44
2.2.5.2.6 LifeCircuit® - Lat - Ziehen	45
2.3. Leistungsdiagnostik in Gießen	46
2.3.1 Untersuchungsgut	47
2.3.2 Untersuchungsbedingungen	47
2.3.3 Fahrradspiroergometrie - Gießener Modell nach NOWACKI	49
2.3.4 Messgrößen, Messmethoden	52
2.3.4.1 Körperliche Leistungsfähigkeit - Gesamtarbeit, Maximale absolute und relative Wattstufe	52
2.3.4.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen	53
2.3.4.2.1 Herzschlagfrequenz	53
2.3.4.2.2 Blutdruck	54
2.3.4.3 Respiratorische Leistungsgrößen	54
2.3.4.3.1 Lungenfunktion - Vitalkapazität	54
2.3.4.3.2 Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen	55
2.3.4.4 Kardiorespiratorische Leistungsgrößen	55
2.3.4.4.1 Absolute Sauerstoffaufnahme	55
2.3.4.4.2 Relative Sauerstoffaufnahme	56
2.3.4.4.3 Sauerstoffpuls	56
2.3.4.4.4 Atemäquivalent	56
2.3.4.4.5 Respiratorischer Quotient	57
2.4 Trainingsregime	57
2.4.1 Herz - Kreislauf - Trainingssysteme	59

	<u>Seite</u>
2.4.1.1 Hügel® - Programm	60
2.4.2 Technische und physiologische Aspekte der LifeCircuit® - Krafttrainingssysteme	62
2.4.2.1 Bewegungsradius - Funktion und individuell angepaßte Kraftkurve	63
2.4.2.2 LifeCircuit® - Programm	63
2.4.2.3 Heavy - Negative - Funktion	64
2.4.3 Gesäßmuskel - Airmachine	65
2.4.4 Ausdauer - Programm	66
2.4.5 CYBEX® »Chin Up«	67
2.4.6 Stretching - Programm	68
2.5 Kritik der Methodik	69
2.6 Statistische Beurteilung	72
3. Ergebnisse	74
3.1 Charakterisierung der Probandinnen	74
3.1.1 Motivation	74
3.1.2 Berufliche Belastung	74
3.1.3 Ernährungsverhalten	75
3.1.4 Nikotinkonsum	75
3.1.5 Medikation	75
3.2 Trainingsregime	75
3.2.1 Trainingsempfehlungen durch den Hausarzt	75
3.2.2 Trainingsorganisation, Trainingsbelastungen, Trainingswirkungen	76
3.3 Auswirkungen auf die Schmerzsituation	78
3.3.1 Schmerzlokalisation, Schmerzsymptome	78
3.3.2 Schmerzdauer, Zeitpunkt der Schmerzwahrnehmung	79

	<u>Seite</u>
3.3.3	Momentaner Schmerzzustand und Trendangaben 81
3.4	Auswirkungen auf die anthropometrischen Daten 84
3.5	Auswirkungen auf das muskuläre Funktionssystem 86
3.5.1	Relative Aktionspotentiale, Oberflächen - EMG M. rectus abdominis, M. erector spinae 86
3.5.2	Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel 89
3.5.3	Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Rückenstrecker 91
3.5.4	Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Beinstrecker 93
3.5.5	Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Beincurl 96
3.5.6	Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen 98
3.5.7	Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend 100
3.5.8	Flexibilität 103
3.6	Auswirkungen auf das kardiopulmonale Funktionssystem 105
3.6.1	Blutdruck und Herzschlagfrequenz in Ruhe 105
3.6.2	Maximale relative Sauerstoffaufnahme 109
3.6.3	Herzschlagfrequenz und Blutdruck in der Erholungsphase 113
3.7	Ausgangs- und Endleistungen - Gießener Modell 116
3.7.1	Körperliche Leistungsfähigkeit - Gesamtarbeit, maximale absolute Wattstufe und maximale relative Wattstufe 116
3.7.2	Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen 119

	<u>Seite</u>
3.7.2.1	<b>Herzschlagfrequenz</b> 119
3.7.2.2	<b>Blutdruck</b> 120
3.7.3	<b>Respiratorische Leistungsgrößen</b> 121
3.7.3.1	<b>Lungenfunktion - Vitalkapazität</b> 121
3.7.3.2	<b>Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen</b> 122
3.7.4	<b>Kardiorespiratorische Leistungsgrößen</b> 125
3.7.4.1	<b>Absolute Sauerstoffaufnahme</b> 125
3.7.4.2	<b>Relative Sauerstoffaufnahme</b> 126
3.7.4.3	<b>Sauerstoffpuls</b> 128
3.7.4.4	<b>Atemäquivalent</b> 130
3.7.4.5	<b>Ventilations - Respiratorischer Quotient</b> 131
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b> 134
4.1	<b>Aufgaben und Ziele der Untersuchung</b> 134
4.2	<b>Motivation und Einstellung der Probandinnen</b> 136
4.3	<b>Auswirkungen auf das Schmerzverhalten</b> 139
4.4	<b>Auswirkungen auf die anthropometrischen Daten</b> 146
4.5	<b>Auswirkungen auf das muskuläre Funktionssystem in Abhängigkeit von Dauer, Umfang, Intensität, Muskelaktivität und Flexibilität</b> 155
4.6	<b>Auswirkungen auf das kardiopulmonale Funktionssystem</b> 179
4.6.1	<b>Auswirkungen auf das kardiozirkulatorische Funktionssystem</b> 180
4.6.2	<b>Auswirkungen auf das kardiorespiratorische Funktionssystem</b> 186
4.6.3	<b>Auswirkungen auf korrelative Funktionssysteme</b> 192

	<u>Seite</u>
<b>4.6.4 Körperliche Leistungsfähigkeit - Gesamtarbeit, Maximale absolute und maximale relative Wattstufe</b>	<b>193</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>195</b>
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>200</b>
<b>7. Anhang</b>	<b>236</b>
<b>8. Danksagung</b>	<b>247</b>
<b>9. Lebenslauf</b>	<b>248</b>
<b>10. Erklärung</b>	<b>249</b>



# **1. Einleitung und Fragestellung**

## **1.1 Die gesellschaftliche Situation im Gesundheitswesen und das Gesundheitsverhalten der Bevölkerung**

Die **Leistungsfähigkeit** und **Gesundheit** hat der Mensch in den vergangenen Jahrtausenden durch die zum Erhalt des Lebens erforderliche **Leistung** und **Bewegung** bei der Suche nach Nahrung, auf der Jagd und durch die Bewegungserfordernisse bei Ackerbau, aber auch im Kampf als **genetische Anlage** erworben und weiterentwickelt (NOWACKI, ALEFELD 1985).

Seit etwa 100 Jahren und insbesondere in den vergangenen 5 Jahrzehnten, wird zunehmend jede existenzfördernde, körperliche und geistige Arbeit, bis hin zur Fortbewegung des eigenen Körpers, von **Maschinen** und der **Technik** übernommen.

Parallel zu dieser Entwicklung hat die **Lebenserwartung** des Menschen im Verlauf des letzten Jahrhunderts deutlich zugenommen. Im bundesdeutschen Durchschnitt betrug die Lebenserwartung vor 100 Jahren rund 40 Jahre, 1995 wurden die **Frauen** im Durchschnitt **80,5** Jahre und die **Männer** **74,4** Jahre alt. Die Hochrechnungen des STATISTISCHEN BUNDESAMTES 2000 ergeben, dass die Lebenserwartung der **weiblichen Neugeborenen** im Jahre 2025 bei **82,6** Jahren und bei den **männlichen** bei **76,2** Jahren liegen wird. Weiterhin wird damit gerechnet, dass in der Evolution die Lebenserwartung alle **25** Jahre um weitere **1,9** Jahre steigen wird. Parallel hierzu soll sich das zahlenmäßige Verhältnis zwischen älteren und jüngeren Bundesbürgern verschieben. Die **58- bis 63-jährigen** bilden bis zum Jahr **2050** die **stärksten Jahrgänge**. In der gegenwärtigen Rechnung sind es die **35 bis 40** Jahre alten Menschen. Bei einer nahezu gleichen Bevölkerungszahl soll sich der **Altersaufbau** innerhalb dieses Jahrhunderts **umkehren**. 2050 wird es mehr als **doppelt** so viele ältere wie junge Menschen geben (STATISTISCHES BUNDESAMT 2000).

Diese Zahlen manifestieren die erwartete **quantitative** Lebensdauer, geben jedoch keine Auskunft über die **Lebensqualität**. Pathogene und epidemiologische **Morbiditäts- und Mortalitätsstatistiken** belegen mit Deutlichkeit den Zusammenhang zwischen der Abnahme der körperlichen Betätigung und der Zunahme

von Krankheiten, die unter anderem auf den Mangel an körperlicher Arbeit und sinnvollem Sport bzw. auf Fehlernährung, Umwelttoxinen und Rauchen zurückzuführen sind (MELLEROWICZ, NOACK 1985, NOWACKI, ALEFELD 1985, DENNER 1995a).

Es geht mithin weniger um die Fragestellung »*wie alt wir werden*«, sondern vielmehr darum, »*wie wir alt werden*« (BERGHOLD 1991a).

Nach wissenschaftlichen Beurteilungen spielen die sogenannten **Risikofaktoren** bei der heutigen Gesundheitssituation eine wesentliche Rolle. Hier sind insbesondere die **internen** Risikofaktoren wie **Hypertonie**, ein zu hoher **LDL - Cholesterinwert**, ein zu niedriger **HDL - Cholesterinwert**, ein zu hoher **Lp(a) - Wert**, ein zu hoher **Insulinwert** im Blut, schlechte **Fließeigenschaften** des Blutes und **Diabetes mellitus**, als auch die **externen** wie **Rauchen**, **Alkohol**, **Fehlernährung**, **stressbetontes Arbeiten** (Dissstress), das durch Spezialistentum einen einseitigen und monotonen Charakter aufweist und vor allem der **Bewegungsmangel** zu nennen (LAGERSTRØM 1996, HOLLMANN 1998).

Mittlerweile werden  $\frac{3}{4}$  **aller Krankheiten** und **Krankheitskosten** in unserer Gesellschaft den **Zivilisationskrankheiten** zugerechnet (LAGERSTRØM 1996). **18 Millionen** Bundesbürger waren hiervon vor **12 Jahren** laut KEMPF 1990 von **chronischen** oder **akuten Rückenschmerzen** betroffen.

Bezugnehmend auf die aktuellen belastenden Anforderungen des Stütz- und Bewegungsapparates, die sich durch unaufhaltsam degenerierende, in der Regel sitzende und bewegungsarme Lebens- und Verhaltensweisen auszeichnen, ist festzustellen, dass das **Achsorgan Wirbelsäule** für den Menschen der modernen Gesellschaft zu einem Problem ungeahnten Ausmaßes geworden ist. Zahlreiche epidemiologische und sozialmedizinische Studien belegen, dass sich die Gruppe der **Funktionsbeeinträchtigungen** und **Erkrankungen** der Wirbelsäule als das **häufigste** und **kostenintensivste Gesundheitsproblem** moderner Industriegesellschaften entwickelt. Diese Entwicklung ist unabhängig von sozialer Herkunft, Bildung oder Einkommen. (RASPE 1991, RASPE, KOHLMANN 1993, KESSLER, TRAUE, CRAM 1993)

Die hinzukommenden psychischen bzw. gesellschaftlichen Belastungen und Beanspruchungen des Alltags bilden zunehmend **psychosomatische Beschwerdebilder** aus. Dieser **interdisziplinäre Ursachenherd** für die **Rückenschmerz -**

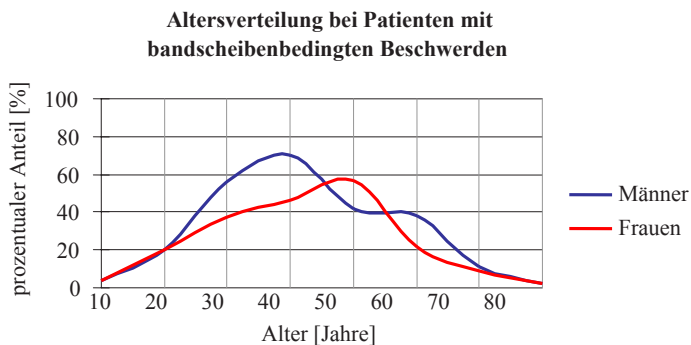
## 1. Einleitung und Fragestellung

**Epidemie** wird von ELKELES 1994 und LEHNHARDT, ELKELES, ROSENBRÖCK 1994 als **biopsychosoziales Modell** umschrieben. Bei diesem Modell kann eine komplexe Ätiologie aus **biologischen, psychologischen und sozialen** Faktoren als **Ursache** für unspezifische funktionelle **Rückenschmerzsymptome** angenommen werden.

RASPE 1991 und RASPE, KOHLMANN 1993 setzen die Prävalenz bezüglich damaliger Rückenschmerzen auf **31 - 42 %** aller Erwachsener, wobei **Frauen** in allen Altersklassen **häufiger** über Rückenschmerzen klagen als Männer.

KRÄMER 1992 entnimmt den Statistiken, dass fast jeder Mensch im Laufe seines Lebens mit einem **Bandscheibensyndrom** rechnen muß, wobei die **lumbale** Region mit **62 %** eher betroffen ist als die **cervicale** mit **36 %** oder die **thoracale** mit **2 %**. Diese Annahme deckt sich mit der Recherche von LAGERSTRÖM 1996, der davon ausgeht, dass 4 von 5 Bundesbürgern mit Rückenproblemen konfrontiert werden.

Bemerkenswert ist, dass Anfang der 90iger nicht vorwiegend die ältere Generation, sondern hauptsächlich Menschen des mittleren Lebensabschnittes betroffen waren.



**Abb. 1: Prozentuale Altersverteilung bei männlichen und weiblichen Patienten mit bandscheibenbedingten Beschwerden (KRÄMER 1992, S. 15).**

Die **Abbildung 1** zeigt auf, dass sich fast **70 %** der **männlichen** und **60 %** der **weiblichen** Patienten mit einem behandlungsbedürftigen Bandscheibensyndrom

zwischen dem **30. und 50. Lebensjahr** befinden, wobei der **Häufigkeitsgipfel** bei ca. **40 Jahren** liegt (KRÄMER 1992).

Die neuesten Erkenntnisse belegen, dass die Beschwerden zunehmend früher und häufiger auftreten. RASPE, KOHLMANN 1993 haben aufgezeigt, dass bereits **30 %** der **7- bis 17-jährigen** über Rücken-, Nacken- und Kopfschmerzen klagten.

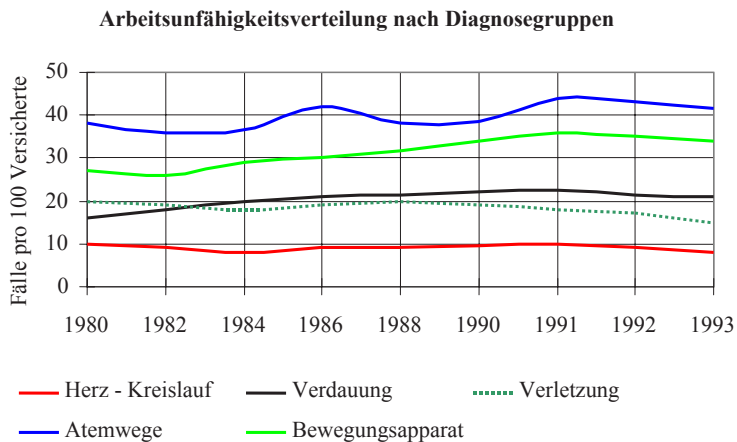
Berücksichtigt man die Definitionen von KEATING 1991, dann wird die Zahl chronisch erkrankter Personen in Zukunft **exponentiell** ansteigen, was eine Zunahme der gesamtgesellschaftlichen Kosten zur Folge haben wird.

Nach KOLWES 1991 vergeht vom ersten Auftreten von Rückenschmerzen bis zu deren **Chronifizierung** ein Zeitraum von **10 Jahren**. Eine präzise Grenze für die Differenzierung von prächronischen zu chronischen Schmerzzuständen kann nach Literaturangaben nicht angegeben werden. Die empirischen Befunde deuten jedoch darauf hin, dass der Zeitraum von **vier Monaten Schmerzdauer** als **Chronifizierungsphase** bezeichnet werden kann. Nach **sechs Monaten Schmerzdauer** kann von **chronischen Rückenschmerzen** gesprochen werden (KESSLER, NEEF, GRUPP, KOLLMANNSSBERGER, TRAUE 1994).

Eine präventive Maßnahmenpalette von im folgenden näher beschriebenen **Gesundheitssportprogrammen**, die in der Chronifizierungsphase konsequent eingesetzt werden, ist nach Einschätzung aller Verantwortlichen die einzige Methode, um die bevorstehende, zum Teil schon begonnene Kostenexplosion zu stoppen oder sogar die Ausgaben zu senken. Diesbezüglich hatte sich im bundesdeutschen Gesundheitswesen, speziell bei den Krankenkassen eine Neuorientierung entwickelt, die beinhaltet, die Aufwendungen für Krankheit und deren Folgen (rehabilitative Maßnahmen) zu reduzieren, indem in präventive Maßnahmen investiert werden sollte. Dieser **präventiven Orientierung** lagen maßgebend nicht nur volkswirtschaftliche Parameter zu Grunde, sondern bezeichnenderweise auch spezielle Werbestrategien aufgrund des freien Wettbewerbes zwischen den gesetzlichen Krankenkassen seit dem 01.01.1996.

Der Bereich der präventiven Maßnahmen wird aber auch für privatwirtschaftliche Unternehmen immer bedeutsamer. Dies ist daran zu erkennen, dass Investitionen in die betriebliche **Gesundheitsförderung** sich langfristig in der Abnahme von **Krankheitstagen** widerspiegeln, und damit der finanzielle Einsatz einen mehrfachen Nutzen zur Folge hat (HUBER 1996).

Die **Abbildung 2** aus dem Jahrbuch 1993 des BUNDESVERBANDES DER BETRIEBSKRANKENKASSEN 1994 zeigt, dass sich die **Arbeitsunfähigkeitsrate** seit **1980** bei verschiedenen Krankheitsarten erhöht hat. Die leichte Rückläufigkeit in den Jahren 1992 / 93 läßt die Annahme zu, dass sich verschiedene Reformprogramme im Gesundheitswesen bemerkbar machen. Nach den neuesten Hochrechnungen der BKK, waren die Beschäftigten **1991** im Durchschnitt mit **25** Tagen pro Jahr **vier** Tage länger krank als **1993**, **1994** und **1995** (BUNDESVERBAND DER BETRIEBSKRANKENKASSEN 1996).



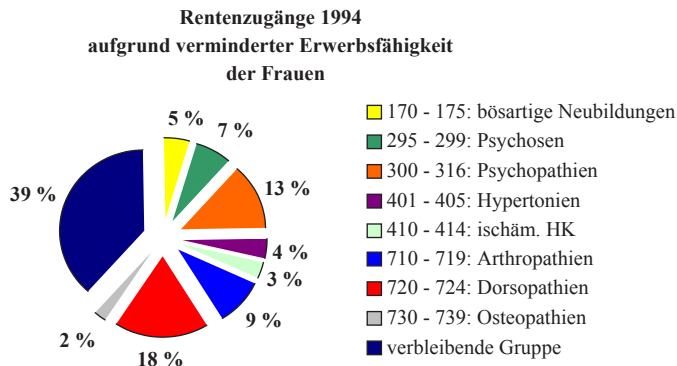
**Abb. 2:** Verlauf der **Arbeitsunfähigkeitsverteilung** (Fälle pro 100 Versicherte) der verschiedenen Diagnosen von **1980** bis **1993** (BUNDESVERBAND DER BETRIEBSKRANKENKASSEN 1994).

Hierbei ist anzumerken, dass die **Atemwegserkrankungen** bezogen auf die Häufigkeitsverteilung eine **Spitzenposition** einnehmen, gefolgt von den Erkrankungen des **Bewegungsapparates**. Die Letzteren lassen aber bezüglich der **Arbeitsausfalltageverteilung** (1993 mit über 620 Tagen im Vergleich zu den Atemwegserkrankungen mit 384 Tagen) und den entstehenden **Kosten** alle anderen Diagnosegruppen hinter sich (BUNDESVERBAND DER BETRIEBSKRANKENKASSEN 1994, SCHOBERT 1992).

Vergleichbare Daten aus den USA decken sich mit diesen Feststellungen (KESSLER, NEEF, GRUPP, KOLLMANNBERGER, TRAUE 1994).

**Rückenschmerzen** sind in der Regel mit erheblichen sozialmedizinischen Konsequenzen verbunden, da sie als **Hauptursache** für Arbeitsunfähigkeitstage, Krankenhausaufenthalte, medizinische Rehabilitationsmaßnahmen und der Erwerbs- und Berufsunfähigkeitsrenten aufgeführt werden (RASPE, KOHLMANN 1993).

Die **Abbildung 3** zeigt die Situation mit einem Spiegel der **Diagnosegruppen** der **Rentenzugänge 1994** aufgrund verminderter Erwerbsfähigkeit der **Frauen** repräsentativ auf.



**Abb. 3:** Verteilung der weiblichen Rentenzugänge aufgrund verminderter Erwerbsfähigkeit nach Diagnosegruppen von 1994 (VERBAND DEUTSCHER VERSICHERUNGSTRÄGER 1995).

Der **Altersmittelwert** aller Diagnosegruppen liegt bei **51 Jahren**, wobei **Frauen**, die wegen **Dorsopathien** eine verminderte Erwerbsfähigkeit aufweisen, **53,6 Jahre** alt sind. Angesichts zunehmender Lebenserwartungen und hiermit verbundenen Kostensteigerungen im Gesundheitswesen ist das **Gesundheitsproblem** in den letzten Jahren in das **Zentrum** der **sozialpolitischen Diskussion** gerückt.

## 1. Einleitung und Fragestellung

---

Beispielsweise müssen jährlich **5,11 Milliarden €\*** für anfallende **Krankenhauskosten** und für sonstige **Leistungsausgaben** wie Kuren oder Maßnahmen zur Früherkennung und zur Rehabilitation aufgebracht werden (KOLWES 1991).

**490,84 Millionen €** fallen mithin als **Krankengelder** sowie **5,83 Milliarden €** als Kosten für entstandene **Arbeitsausfälle** an. Bundesweit besteht das Klientel der orthopädisch ausgerichteten Rehabilitationskliniken zu **80 %** aus Patienten mit Bandscheibenschäden oder anderen Wirbelsäulenerkrankungen (HINRICHS 1987), wobei nach MAYER 1992 ca. **80 %** der gesamten Kosten, die durch Rückenschmerzen entstehen, von lediglich **6 - 8 %** aller Rückenpatienten, es handelt sich dabei um die **chronisch** Erkrankten, verursacht werden.

Diese Daten decken sich mit Aussagen von SPENGLER u. Mitarb. 1995, STRAUB, STEINMETZ, HILDEBRANDT, ENSINK 1992 sowie KESSLER u. Mitarb. 1994. Die letzteren beziehen sich auf den Report of Quebec Task Force on Spinal Disorders.

Das **Gesundheitswesen** verschlingt innerhalb der **vier Quartale** insgesamt über **102,26 Milliarden €**. Die aktuell andauernde Krisensituation der Finanzierung des Gesundheitswesens drängt die Frage auf, ob und wie lange noch unsere Volkswirtschaft eine derartige finanzielle Belastung tragen kann. Die präventive **Gesundheitserhaltung** des Einzelnen ist mittlerweile nicht nur als eine individuelle, sondern mehr als eine gesellschaftspolitische Aufgabe zu sehen, die sich aus der sozialen Verpflichtung ergibt, allen Menschen eine optimale Gesundheitsversorgung zu gewährleisten. Die Ausgaben für **Gesundheitsförderung** sind 1992 bis 1995 von ca. **0,3 Mrd. €** auf **0,66 Mrd. €**, das sind weniger als **1 %** der Gesamtausgaben des Gesundheitswesens, gestiegen und haben sich somit **mehr als verdoppelt** (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT 1996).

Die **Gesundheitsförderung** zählt schon seit jeher zu den **primären Zielsetzungen** des Sports, wie man auch in den vergangenen Jahren mit stattgefundenen Aufrufen, Aktionen, Kursangeboten sowie verschiedenen Informationsveranstaltungen der Kostenträger erfahren hat. Der Verfasser hat im Laufe seiner Tätigkeit

---

\* Soweit in der Literatur die Angaben in DM erfolgt sind, wurden sie für die vorliegende Dissertation in € umgerechnet.

festgestellt, dass diese Gesundheitsförderungskurse nur sehr **unbefriedigende Resultate** erbracht und offensichtlich **zu wenig Aufforderungscharakter** gehabt haben, um relevante Zielgruppen der über **30-jährigen**, zu lebensbegleitenden präventiven Sport- und Bewegungsformen zu animieren.

Die **Gesundheitsförderungsangebote** galten seit dem 01.01.1989 in Kraft getretenem Gesundheitsreformgesetz (GRG), als **gesetzlicher Auftrag**, die Versicherten über Gesundheitsgefährdung und die Verhütung von Krankheiten aufzuklären und Präventionsmaßnahmen anzubieten (VOIGT 1990). Seit dem 28. Juni 1996 ist diese Präventionsverpflichtung durch das vom Deutschen Bundestag verabschiedete **Beitragsentlastungsgesetz** (BeitrEntlG) aufgehoben (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT 1996). Der Hauptgrund hierfür war die nicht unter Beweis zu stellende **Wirksamkeit** und **Wirtschaftlichkeit** dieser Angebote (gemäß § 20 des SGB V). Nur Maßnahmen, die **gesundheitsfördernde Ziele** erreichen und ihre **Wirksamkeit beweisen**, können in Zukunft auf politischer Ebene ein Umdenken bewirken. Dies bedeutet im Sinne einer Qualitätssicherung, dass genau **definierte** und **zielorientierte** Programme, die **professionell** durchgeführt und **evaluiert** werden, eine Perspektive haben (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT 1996).

Das zunehmende **Gesundheitsbewusstsein** und das damit wachsende Interesse an der Gestaltung der eigenen Gesundheit und Fitness bringt immer mehr Menschen dazu, ein **spezielles Körpertraining** für ihre persönlichen Bedürfnisse (z.B. Stresskompensation, gezielte Gewichtsregulierung, Herz - Kreislauftraining, Rückenkräftigung, Rückengymnastik, etc.) aufzunehmen.

Für **90 %** aller Sporttreibenden, das geht aus einer Studie der UNIVERSITÄT DÜSSELDORF 1994 hervor, ist die **Gesundheit** der **wichtigste Grund** ein Training aufzunehmen. **Spaß** und **Freude** folgen in der Motivationsliste auf **Platz 2** mit **80 %**. Ebenso viele versuchen über die körperlichen Aktivitäten, einen **Ausgleich** für die berufliche Tätigkeit zu erreichen. Bemerkenswert ist, dass nur ca. **10 % Wettkampf** und **Erfolg** als entscheidenden Beweggrund angeben. **20 %** der Befragten üben ihren Sport in **Vereinen** und **70 %** im **privatorganisierten** Rahmen aus.

Den Bundesbürgern ist bewußt geworden, dass speziell geleitetes Training - **Gesundheitssport** - ein wichtiger und positiv wirkenden Einflußfaktor für das



Erlangen bzw. der Erhaltung der Gesundheit ist, oder sogar zur Gesundheit beitragen kann. Doch kann nun der Gesundheitssport oder das Fitnesstraining hier den Anspruch erheben, prinzipiell gesundheitsfördernd zu wirken? Werden die **Qualitätsstandards**, die von der Determination des Terminus Gesundheitssports aufgestellt werden, in den über **6500 Fitnessanlagen**, die mittlerweile über **4,59 Millionen Fitnessbegeisterte** (DSSV 2000), davon **52 % Frauen** als Mitglieder zählen (KAMBEROVIC, HASE 1994), erfüllt?

Aufgrund der zunehmenden Identifizierung der Begriffe **Gesundheit und Sport**, innerhalb des öffentlichen Bewusstseins, ist es erforderlich, präventive, gesundheitssportliche Bewegungsangebote vom Ergebnis - also dem gesundheitlichen Nutzen - her, beurteilbar zu machen. Ebenso wie andere Bereiche in Wirtschaft und Industrie muss sowohl für den Verbraucher, als auch für parallele Interessengruppen wie z. B. Kostenträger oder staatliche Stellen, der Inhalt und die Resultate von Gesundheitssportprogrammen **definierten Effizienz- und Nutzen-nachweiskriterien** entsprechen und genüge tun (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT 1996). Das bedeutet nicht, dass sich Gesundheitssport, im Vergleich zur sportmedizinischen Sport - Definition **leistungs- und wettkampf-orientiert** definieren muss (NOWACKI 1984). Vielmehr sollten schwammige und nicht mit Nutznachweis und Ergebnisdokumentationsmöglichkeiten ausgestattete Sportformen, die nicht den auf Seite 2 aufgeführten Risikofaktoren Abhilfe schaffen, von Gesundheitssportangeboten abgegrenzt werden.

Die von der Sportmedizin und Sportwissenschaft aufgezeigten und definierten **Präventionsmöglichkeiten** können durch punktgenaue, präventive Gesundheitssportangebote wie das **PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm** effizient und ergebnisorientiert umgesetzt werden.

### **1.2 Prävention und Rehabilitation als Strategie**

Die sportlichen Aktivitäten im Bereich der Prävention und Rehabilitation werden vorwiegend aus **gesundheitlichen** Gründen betrieben. Ihnen liegen sowohl **vorbeugende** als auch **therapeutische** oder **rehabilitative**, nicht aber leistungsorientierte Interessen zugrunde.

Es muß also unterschieden werden zwischen **Prävention** »gesund erhalten« und **Rehabilitation** »Gesundheit so weit wie möglich wieder herstellen« (KINDERMANN, JÜNGST, PHILIPP, ROSEMEYER, ROST, SCHWENKMETZGER, ZIMMERMANN 1995).

**Prävention** (lat.: praevenire = zuvorkommen) bedeutet im heutigen Sprachgebrauch ganz allgemein **Vorbeugung** oder **Verhütung**. Weitere Begriffe, die synonym verwendet werden, sind **Prophylaxe** oder **Vorsorge**. Der Begriff Prävention bezieht sich auf ein breites Spektrum von Gebieten, z.B. Prävention von Straftaten, Unfallprophylaxe, Vorsorgeuntersuchung usw. Die begriffliche Determination von Prävention entstand erst im 19. Jahrhundert und bezog sich hauptsächlich auf die damaligen Infektionskrankheiten. Obwohl sich heute das Krankheitsspektrum in Richtung chronisch - degenerative Erkrankungen verschoben hat, und desweiteren die Infektionskrankheiten durch Impfungen rückläufig geworden sind, gilt laut BADURA 1990:

*" ... Solange sich Krankheiten nicht durch Impfungen verhüten oder durch kurative Aktivitäten behandeln lassen, ist Prävention die zu ihrer Bekämpfung wirksamste Option ... "* (BADURA 1990, S. 691).

Die **traditionelle Prävention** ist krankheitsbezogen und orientiert sich am **medizinischen Modell**, das laut BADURA 1990 Gesundheit als einen Normalzustand sieht, der durch pathogene Faktoren gestört werden kann. Für ihn ist Prävention **populationsbezogen** und richtet sich damit an **Risikogruppen** und ganze **Bevölkerungsschichten**. Weiterhin nimmt er eine Abgrenzung zum Begriff **Früherkennung** vor, da sich diese an das Individuum richtet und versucht Risikofaktoren und pathogene Prozesse in ihrem Frühstadium zuerkennen. Betrachtet man den Sport im Rahmen der Prävention, so ist zu erkennen, dass gezielte Bewegung ein wichtiger Bestandteil der Vorbeugung von Krankheiten sein kann. Gegenwärtig wird die **Funktion des Sports** mehrfach in Zusammenhang mit den existierenden Krankheitsbildern und den Risikofaktoren, vor allem Bewegungsmangel und den daraus resultierenden Krankheiten, als einen **präventiv - medizinischen Faktor** gesehen (LAGERSTRØM 1983).

## 1. Einleitung und Fragestellung

---

Obwohl der ärztlichen Präventivmaßnahme im Rahmen eines komplexen und umfangreichen Betreuungssystems eine große Bedeutung zugeschrieben wird, hat sich im Laufe der letzten Jahre gezeigt, dass gruppenbezogene Präventivmaßnahmen wie beispielsweise Herz-, Senioren-, Sportförder- oder Gymnastikgruppen usw. eine weit effektivere und effizientere Möglichkeit darstellen als die alleinige, individuelle ärztliche Betreuung (BRINGMANN 1990).

Prävention kann sich langfristig jedoch nur dann erfolgreich auswirken, wenn sie **kooperativ** verstanden und durchgeführt wird.

Die Prävention weist **vier Ausrichtungen** auf:

1. sektoral,
2. funktional,
3. interdisziplinär und
4. organisationsübergreifend.

In der **sektoralen Ausrichtung** der Prävention unterscheidet man **drei klassische Bereiche**. Als erstes wäre der **ambulante** Bereich zu nennen, in dem der Arzt mit dem Eingangsgespräch die individuelle Anamnese festhält. Folgend fügt sich der **stationäre** Bereich an, wo der Patient oder Proband in Rehakliniken, Gesundheits- und Kuranlagen versorgt wird. Letztendlich übernehmen die **öffentlichen Gesundheitsdienste** (ÖGD) als dritter Bereich Koordinationsfunktionen.

Die **funktionale Ausrichtung** der Prävention teilt sich in **primäre, sekundäre** und **tertiäre** Prävention auf. In diesem Komplex der **Prävention** nimmt der **Gesundheitssport** eine immer wichtigere Rolle ein, da sich in den letzten **10** Jahren eine bemerkenswerte Akzeptanz bei der Bevölkerung und auch bei den betreuenden Ärzten entwickelt hat. Die Differenzierung in der funktionalen Ausrichtung geht laut BECKER 1990 auf CAPLAN zurück, der sich erstmals auf **psychische** Störungen bezog, wobei BECKER 1990 es als zweckmäßig erachtet, den Begriff auch auf **physische** Erkrankungen auszudehnen.

Mit der nachstehenden **Abbildung 4** werden die Hauptschwerpunkte der verschiedenen funktionellen Präventionsbereiche dargestellt.

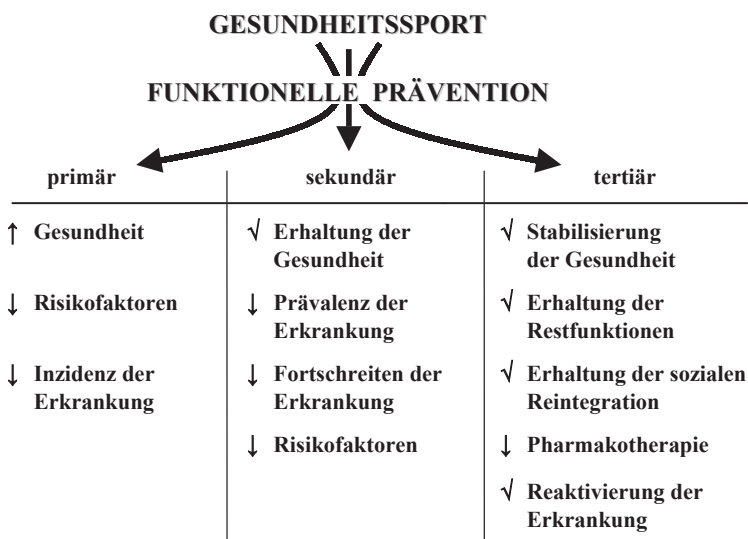


Abb. 4: Schwerpunkte in den verschiedenen funktionellen präventiven Bereichen (BRINGMANN 1990).

**Primärprävention** umfaßt alle Maßnahmen, die bei Gesunden **gesundheitserhaltend** oder **krankheitsvorbeugend** wirken. Sie soll schon im Vorfeld der eigentlichen Gefährdung ansetzen, um ihr generelles **Ziel**, den Zeitpunkt bis zu der ersten Erkrankung hinauszuschieben, des Weiteren die Verringerung von Ersterkrankungen realisieren und die Auswirkungen einer Erkrankung durch die Stabilisierung der Gesundheit reduzieren.

Es muss bereits im Vorfeld einer möglichen Erkrankung beim Individuum und seiner Umwelt begonnen werden, um eventuelle kumulierende Ersterkrankungen zu verringern. Demnach wird unter Primärprävention auch eine **persönliche Hygiene** und eine **individuelle gesundheitsbewusste Aufklärung** verstanden (BRINGMANN 1990, RIEDER 1990).

Es treten jedoch bei der Umsetzung Schwierigkeiten auf, da die primäre Prävention auf eine **Änderung der Lebensweise** abzielt, die bei dem gesunden Probanden nur schwer eine Akzeptanz erfährt. »*Warum sollte man im Zustand des Wohlbefindens auf einmal sein Verhalten ändern?*«

## 1. Einleitung und Fragestellung

---

Im Rahmen der **primären Präventivmaßnahmen** kann nach BRINGMANN 1990 der **Gesundheitssport** bei folgenden Indikationen spezifisch wirksam werden:

*"... unphysiologisches Bewegungsdefizit, allgemeiner physischer Konditionsverlust, negativ funktionsbeeinflussender Stress, arbeitsbedingte physische Unter- bzw. Überforderung, Adipositas, erhöhte Infektanfälligkeit und altersbedingter physischer Konditionsverlust ..."* (BRINGMANN 1990, S. 196)

Das **Ziel** der **Primärprävention** ist die weitgehende **Erhaltung** der **organischen Leistungsamplitude**, der **Reaktions- und Konzentrationsfähigkeit**, die **Förderung** der **Gesundheitsstabilität**, der **Informationsverarbeitung**, die **Steigerung** der **koordinativen Fähigkeiten** und die **Verringerung** der **Altersmorbidity**, ohne leistungssportlichen Charakter.

**Sekundärprävention** betrifft Maßnahmen der **Krankheitsfrüherkennung**, sowie der **Verhinderung** der Entstehung von **chronischen Erkrankungen** bei bestehenden Risikofaktoren. Sie wird dann eingeschaltet, wenn es bereits zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung oder Störung gekommen ist. Durch einen frühzeitigen Einsatz soll eine **Chronifizierung** oder **Unheilbarkeit** verhindert werden. Dabei zeigen die Betroffenen in der Regel eine größere Bereitschaft zu einer gesundheitsbewussten Verhaltensänderung, als Probanden aus dem primärpräventiven Bereich (DEGITZ 1991, KINDERMANN u. Mitarb. 1995).

Mit Hilfe des **Gesundheitssportes** soll in der sekundären Prävention die **Krankheitsanfälligkeit** im Bereich des **Bewegungsdefizites**, der erhöhten **Stresstoleranz**, der **metabolischen Fehlleistungen** und verschiedener **physiologischer Störungen**, durch einen bewegungsinduzierten Reiz positiv beeinflusst werden. Auch für diesen Bereich der Prävention hat BRINGMANN 1990 ein spezifisches Wirkungsspektrum determiniert:

*"... Funktionelle Kreislaufstörungen, Blutdrucklabilität, funktionelle Koronarinsuffizienz, funktionelle arterielle und venöse Angiopathien (Gefäßerkrankungen), funktionelle Ventilationsstörungen, beginnende Lipidstoffwechselstörungen (Fettstoffwechsel),*

*Glucosetoleranzstörungen, funktionelle und statische Störungen am Halte- und Bewegungsapparat und präoperative Konditionierung ..."* (BRINGMANN 1990, S. 197).

Die **Tertiärprävention** definiert sich als **Rezidiv-** oder **Rückfallprophylaxe**, die beispielsweise sportliche Übungen dazu einsetzt, um krankheits- oder verletzungsbedingte **Dauerschäden** vor Verschlechterung zu bewahren (KINDERMANN u. Mitarb. 1995).

In der nationalen und internationalen Literatur wird vorwiegend nur noch zwischen der **primären** und der **sekundären** Prävention differenziert, da die **Tertiärprävention** mit der **Rehabilitation gleichzusetzen** ist. Sie setzt dann ein, wenn die Behandlungsphase einer akuten Krankheit oder Beeinträchtigung (Unfallfolge) überwunden ist. Man kann in der **Tertiärprävention** eine Möglichkeit sehen, den durch Unfall oder Krankheit arbeitsunfähig gewordenen Menschen wieder in die Arbeitsgesellschaft einzugliedern. Dieser Vorgang sollte mit geeigneten Methoden, sowohl aus gesundheitlicher als auch aus sozialer und wirtschaftlicher Sicht, ermöglicht werden. Primär wird hier auf die **Erhaltung** der **organischen Restfunktionen**, die **Reduzierung** von **Pharmakotherapien**, die **Verhütung** der **Reaktivierung** der Krankheit (Rückfallverhütung) sowie die **Hebung** des psycho-sozialen **Wohlbefindens** das Hauptaugenmerk gelegt. Betrachtet man die Tertiärprävention im Hinblick auf den Sport, so wird der Einsatz des medizinisch organisierten Sports als eine geeignete Maßnahme gesehen, um eine »*restudio ad integrum*«, in Bezug auf die physische, seelische und soziale Anpassung an die körperlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Forderungen zu erreichen. Ein Beispiel hierfür sind die Koronargruppen, bei denen der Sport eine zentrale Bedeutung einnimmt (BRINGMANN 1990).

Verfolgt man den chronologischen Ablauf der Prävention, angefangen mit Primär- über Sekundär- bis hin zu der Tertiärprävention bzw. Rehabilitation, so wird deutlich, dass zu **jeder Zeit** in den Prozess eines Krankheitsverlaufes eingegriffen werden kann. Vom Gesundsein bis zu jeder Stufe der Erkrankung, besteht die Möglichkeit, mit **präventiven Sportmaßnahmen** zu intervenieren und die medizinische Therapie zu unterstützen.

### 1.3 Sport als Gesundheitstraining

#### Die Besonderheiten des Rücken - Schutz - Programmes

In der **Praxis** des **Rücken - Schutz - Programmes** gehen diese begrifflichen Unterscheidungen oftmals ineinander über, bzw. überlappen sich. So dient das in dieser Ausarbeitung vorgestellte **Gesundheitssportprogramm**, mit Übungen an **computergesteuerten Sequenztrainingssystemen** für spezielle Funktionskräftigungen der wirbelsäulesichernden Muskulatur dem Gesunden zu **Gesunderhaltung** und **Krankheitsvorbeugung** und damit **primärpräventiv**.

Dagegen betreibt ein von der **LVA** übersandter Bandscheibenpatient im Rahmen der **Kurnachsorge** an den gleichen Geräten **Tertiärprävention**, um einem Rezidiv entgegenzuwirken.

Gleiches gilt für die Herz - Kreislauf - Programme, wenn EKG - genaue, **herzschlagfrequenzgesteuerte Ergometer** mit dem Ziel der Verminderung von Risikofaktoren, wie z.B. Hypertonie, Adipositas etc. eingesetzt werden.

Fusiert man die Aussagen von STRAUZENBERG 1972, BEUKER 1976, 1986 und BRINGMANN 1982, 1990, so kommt man auf eine Umschreibung, die als Basis der **PRÄVENTAS® - Philosophie** zu sehen ist:

*"... Dabei versteht man unter Gesundheitssport - analog zum sportlichen Training - einen nach wissenschaftlichen und pädagogischen Prinzipien gelenkten Prozess, der in erster Linie nicht auf die sportliche Vervollkommenung gerichtet ist, sondern primär das Ziel hat, Anpassungen der Organe und Funktionssysteme an körperliche Belastungen zu bewirken, die aktuell für die Stabilität der Gesundheit von Bedeutung sind."*  
(BRINGMANN 1990, S. 196).

Der übergeordnete Begriff **Gesundheitssport** ist daher meiner Einschätzung nach die geeignetste **Nomenklatur** zur begrifflichen und inhaltlichen Orientierungs- und Differenzierungshilfe gegenüber Sportangeboten, die sich vorwiegend an junge und gesunde Menschen richtet, für die Leistungs- und Erlebnisaspekte des Sports im Mittelpunkt stehen. Auch aus dieser notwendigen Umstrukturierung bzw. Ergänzung des sportlichen Angebotes, ergibt sich die Notwendigkeit einer

**Definition** und **Publikation** des Begriffes und der Inhalte des **Gesundheitssportes**:

**Gesundheitssport** ist eine **aktive, individuelle** sowie **punktgenaue** und **systematische, körperliche Beanspruchung**, mit der Absicht, **Gesundheit** in all ihren Aspekten, d.h. somatisch wie psychisch, zu fördern, zu erhalten oder wiederherzustellen. Gesundheitssport umfaßt den **Präventivsport**, die **Bewegungs-** und **Sporttherapie** sowie parallel auch den **Rehabilitationssport**. Da einige Sportformen mit gesundheitlichen Risiken verbunden sein können, müssen die **Inhalte dosiert, kontrolliert** und unter Berücksichtigung der **individuellen Voraussetzungen** und **Zielsetzungen** ausgewählt werden (KINDERMANN u. Mitarb. 1995).

Eine große Anzahl von wissenschaftlich fundierten Studien weist darauf hin, dass der Gesundheitssport einen berechtigten Platz im Rahmen der präventiven Bemühungen einnimmt. Hierbei kann die Sportmedizin allerdings nicht ganz allein die Verantwortung für die Umsetzung der wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnisse / Erfahrungen sowie der Organisation des Gesundheitssportes übernehmen. Diese Problematik muß als eine **gesamtgesellschaftliche** Aufgabe gesehen werden. Sowohl die **staatlichen** Einrichtungen (z.B. örtliche Gesundheitseinrichtungen, Kur- und Bäderwesen) als auch die **gesellschaftlichen** oder **privaten** Institutionen (Gesundheitssportzentren, Vereine, Sportgruppen, etc.) müssen die gesundheitliche Aufgabenstellung mittragen, um die **Lebensqualität** (das physische und psycho - soziale Wohlbefinden) der Kranken, Rekonvaleszenten und Gesunden positiv beeinflussen zu können. Es ist also eine **interdisziplinäre** und **organisationsübergreifende** Ausrichtung der Prävention notwendig. Gefordert wird demnach die **Zusammenarbeit** und der **Erfahrungsaustausch** zwischen Ärzten, Sportwissenschaftlern und -pädagogen, Physiotherapeuten etc. so, wie es mit dem im folgenden näher beschriebenen **Rücken - Schutz - Programm** umgesetzt wird. Dabei verstehen sich die **PRÄVENTAS® - Institute** als Dienstleistungsbetriebe, die dem Wirtschaftlichkeitsprinzip entsprechen. Das bedeutet, dass die betriebliche Existenz maßgeblich von Erfolg bzw. Mißerfolg der propagierten Gesundheitssportangebote und -aussagen abhängt.



Aufgrund der **Zusammenarbeit** mit dem **American College of Sportsmedicine** (ACSM), an dem unter Leitung von J. RIPPE M.D. die computergesteuerten Sequenztrainingssysteme umfangreich **getestet** und ihre Einsatzmöglichkeiten **evaluiert** wurden, basieren die angebotenen Gesundheitssport - Programme fortwährend auf dem aktuellen Wissensstand im Bereich der Sportwissenschaft und Sportmedizin. Die erfreuliche **Erfolgsquote** der im folgenden aufgeführten Anwendungen hat dazu geführt, dass namhafte Kostenträger und Versicherungen die präventiv ausgerichteten PRÄVENTAS® - Bewegungsprogramme bezuschussen.

### **1.4      Wissenschaftliche Fragestellung**

Ausgehend von der in der Einleitung geschilderten Situation im Gesundheitswesen und insbesondere dem Ansteigen der chronischen Krankheiten am Bewegungsapparat, ergab sich für die Arbeit in der täglichen Praxis das Bedürfnis, eine größere Sicherheit in der Anwendung des trainingsmethodischen Vorgehens zu erlangen. Besonders bezieht sich das auf ein gerätegestütztes Krafttraining.

Der in dieser Dissertation aufgeführten Literatur ist zu entnehmen, das divergierende Auffassungen zu Umfang und Intensität der Belastung sowie Pausengestaltung vorliegen. Dabei spielen die apparative Ausstattung und die Qualifikation des betreuenden Personals eine wichtige Rolle.

An dieser Stelle ist wohl auch die Trennlinie zwischen den herkömmlichen Bodybuilding- bzw. Fitnessstudios und den medizinisch - sportwissenschaftlich betreuten Instituten für Gesundheits- und Präventionstraining zu ziehen. Letztere haben sich den Anspruch gestellt, wissenschaftlich fundierte Methoden anzuwenden und sich selbst in die Verantwortung zu begeben, durch eigene Beiträge diese Entwicklung auch zu fördern.

Daraus leiten sich die **Fragestellungen** ab, die mit **der vorliegenden experimentellen Dissertation** geklärt werden sollen:

1. *Weisen Frauen im höheren Alter ein geringeres Kraftniveau der Rumpfflexoren und -extensoren, der Beinstrecker und -beuger und der Schulterblattfixatoren bzw. des M. latissimus dorsi auf als Frauen mittleren Alters?*
2. *Kann eine muskuläre Dysbalance im Bereich der Maximalkraft und / oder der Kraftausdauer der für die Becken - Wirbelsäulenstatik verantwortlichen Muskelschlingen in direkter Verbindung mit Rückenschmerzen gebracht werden?*
3. *Bewirkt ein regelmäßig durchgeführtes Muskelaufbautraining durch eine Erhöhung des Kraftpotentials eine deutliche Besserung oder gar eine Beseitigung von chronischen Rückenschmerzen bei Frauen mittleren und höheren Alters?*
4. *Welche Belastungsanforderungen sollte an ein gerätegestütztes Krafttraining hinsichtlich Umfang, Dauer und Intensität der Belastung sowie Pausengestaltung gestellt werden?*
5. *Kann ein Einsatz - Krafttraining mit additiven Ausdauerleistungen zu nachweisbaren Veränderungen ausgesuchter anthropometrischer, motorischer und physiologischer Parameter führen?*
6. *Können die Verbesserungen der körperlichen, kardiozirkulatorischen und kardiorespiratorischen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit auch bei einer Frauenkontrollgruppe, die am Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus - Liebig - Universität Gießen erschöpfend fahrradspiroergometrisch nach dem  $\frac{1}{2} W \cdot kg^{-1}$  - Verfahren nach NOWCKI 1974 vor und nach dem speziellem Rückentrainingsprogramm - Schwerpunkt Krafttraining - im PRÄVENTAS® - Institut Hannover ausbelastet wurde, bestätigt werden?*

7. *Welcher Stellenwert kommt der aeroben Leistungsfähigkeit im Präventivtraining zu, und gibt es altersbedingte Unterschiede in den Bereichen Startniveau und Trainierbarkeit?*
8. *Welchen Einfluß haben Lebensweise und -gewohnheiten sowie öffentliche Gesundheitserziehung auf die Motivation der Probandinnen hinsichtlich der Durchführung eines Präventivtrainings, und inwieweit wirken sie sich fördernd oder hemmend auf den Erfolg aus?*
9. *Welche Bedeutung haben Organisation, Durchführung und Betreuung im Rahmen einer Prävention für den Erfolg eines gerätegestützten Krafttrainings?*

## 2. Methodik

Die experimentellen Untersuchungen zur **Evaluierung** der Wirksamkeit eines mehrmonatigen **Präventivtrainings** an **computergesteuerten** Trainingssystemen bei **untrainierten** Frauen mit **chronischen Rückenbeschwerden** auf ausgewählte Funktionssysteme des Organismus fanden im Rahmen des **Rücken - Schutz - Programmes** der **PRÄVENTAS® - Institute** von **April 1994** bis **Oktober 1995** in **Hannover** statt.

Das **Gesundheitssportprogramm** war in eine **standardisierte Eingangsuntersuchung** und **vergleichende Re - Tests** nach einer **drei** und **sechs Monate** dauernden **Trainingsphase** eingebettet.

Das Präventionsprogramm beinhaltete eine zwölfminütige **Aufwärmphase**, einen **Funktionskräftigungszirkel** von insgesamt **7 Übungen**, ein anschließendes **Herz - Kreislauftraining** und ein abschließendes **Stretching - Programm**.

Im Vergleich zu den in Hannover erhobenen Leistungsdaten von **36 Frauen** nahmen **drei Frauen** von **Dezember 1994** bis **November 1995** jeweils vor und nach dem dreimonatigen Trainingsregime an **Kontrolluntersuchungen** am **Lehrstuhl für Sportmedizin** der **Justus - Liebig - Universität Gießen** teil.

### 2.1 Untersuchungsprinzip

Voraussetzende Bedingung zur Aufnahme eines individualisierten Präventivtrainings war zunächst ein nach sportmedizinischen Grundparametern durchgeführtes **Eingangs - Screening**. Mit Hilfe eines individuellen Beratungsgesprächs wurde, in der Regel unter Hinzuziehung der beigebrachten ärztlichen Befundbögen bzw. Empfehlungen ein **individuelles**, mindestens **drei Monate** dauerndes, Trainingsregime erarbeitet. Eine Frauengruppe absolvierte in dieser Studie das **Rücken - Schutz - Programm** für insgesamt **sechs Monate**.

Neben den erhobenen Daten und Informationen aus der **Eingangstestung**, **Re - Testung** und **Abschlusstestung** fanden auch **gerätespezifische**, in den Funktionskräftigungssystemen integrierte, **mikrochipgesteuerte Testergebnisse** Berücksichtigung.

Die jeweilige **Belastungsdauer** und **-intensität** wurden mit Hilfe der eingesetzten Trainingssysteme **individuellen** Fortschritten und Verbesserungen **tagesaktuell** angepasst.

Die **Trainingshäufigkeit** und die **-terminierung** war in jedem Fall **individuell frei wählbar**. Von montags bis freitags zwischen 10.00 Uhr und 22.00 Uhr zusätzlich samstags und sonntags zwischen 10.00 Uhr und 18.00 Uhr konnte das **Rücken - Schutz - Programm** absolviert werden.

Für eine zufällig ausgewählte **Kontrollgruppe** fand eine **unabhängige, neutrale leistungsmedizinische Untersuchung** am **Lehrstuhl für Sportmedizin** der **Justus - Liebig - Universität Gießen** statt. In dem **Spiroergometrie - Labor** wurden unter der Leitung von **Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki** **kardiozirkulatorische** und **kardiorespiratorische** Messgrößen erhoben.

## 2.2 Studienprotokoll - Hannover

### 2.2.1 Untersuchungsgut

An dieser Studie nahmen insgesamt **36 untrainierte Frauen** teil, die freiwillig und aus Eigenmotivation heraus ein individuelles **Rücken - Schutz - Programm** in dem *Privaten Institut für Gesundheitssport und Sporttherapie PRÄVENTAS®* in Hannover aufnahmen.

**17 Frauen**, die ein **dreimonatiges** Trainingsregime absolvierten, wurden der **Gruppe I** und **19 Frauen**, mit **sechsmonatiger** Trainingsdauer, der **Gruppe II** zugeteilt. Diese beiden Gruppen wurden nochmals nach dem Alter unterteilt.

Die **Gruppenbezeichnung »a«** betitelt die **Gruppe** der **28- bis 48-jährigen** Frauen und die Bezeichnung **»b«** die **Gruppe** der **51- bis 59-jährigen** (I b) bzw. der **59- bis 68-jährigen** (II b) Frauen. Die zugehörigen **anthropometrischen Daten** sind in der folgenden **Tabelle 1** aufgeführt.

**Tab. 1: Rücken - Schutz - Programm für untrainierte Frauen -  
Gruppeneinteilung und anthropometrische Daten**

<b>Parameter</b>	<b>Gruppe I</b> 3 Monate Training		<b>Gruppe II</b> 6 Monate Training	
	<b>Gruppe I a</b>	<b>Gruppe I b</b>	<b>Gruppe II a</b>	<b>Gruppe II b</b>
Anzahl [n]	8	9	12	7
Alter [J]	38,5 ± 6,9	56,0 ± 2,3	37,5 ± 5,2	63,3 ± 3,4
Größe [cm]	167,6 ± 6,6	165,6 ± 5,9	167,1 ± 7,9	162,4 ± 3,9
Gewicht [kg]	63,0 ± 10,2	68,0 ± 10,0	71,9 ± 16,2	65,1 ± 5,5

Die Probandinnen gehörten folgenden **Berufs- und Beschäftigungsgruppen** an: Administration (n=13), Altenpflegerin (n=1), Dozentin (n=1), Flugbegleiterin (n=1), Hausfrau (n=3), Laborantin (n=2), Lehrerin (n=4), Produktion (n=5), Rentnerin (n=6).

**Sieben** Frauen der **Gruppe I** waren parallel zu der Studie ca. 1 Stunde / Woche mit Wirbelsäulengymnastik (n=3), Schwimmen (n=2), Tennis (n=1) oder Fahrradfahren (n=1) aktiv.

Aus der **Gruppe II** gingen insgesamt **vier** Frauen mit gleichem Trainingsumfang zur Wirbelsäulengymnastik oder zum Schwimmen.

**Drei** Teilnehmerinnen der zeitlich parallel trainierenden Frauen beklagten sich im Vorfeld über **Beschwerden**, wie **HWS-** (Schwimmen) oder **LWS -** Schmerzen (Wirbelsäulengymnastik) und **Ellenbogenproblemen** (Tennis) bei ihren sportlichen Aktivitäten.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass es durch die genannten zusätzlichen sportlichen Aktivitäten nicht zu Ergebnisverzerrungen kommen würde, da mit diesen schon längere Zeit vor dem **Rücken - Schutz - Programm** begonnen wurde, und sie somit auch nicht als Ausschlußkriterium eingestuft wurden.

### 2.2.2 Untersuchungsbedingungen

Sowohl die **Eingangsuntersuchungen**, alle folgenden **Kontrolluntersuchungen**, als auch das **Trainingsregime** fanden in den Räumlichkeiten der *Privaten Institute für Gesundheitssport und Sporttherapie PRÄVENTAS®* in Hannover statt.

Alle Untersuchungen und Tests wurden, um eine möglichst **hohe Objektivität** und **Reliabilität** zu gewährleisten, von dem **Studienleiter** vorgenommen.

Die **Eingangsuntersuchungen** und die **Re - Tests**, die nach **dreimonatigem** Trainingsregime für die **Gruppen I** und **II**, und nochmals nach insgesamt **6 Monaten** für die **Gruppe II** anstanden, wurden mit Hilfe der **Microfit Fitnessprofil Software** der Firma Microfit, Inc., USA und des **Oberflächen - EMG Ever - Feedback** der Firma Ever - med, Medizinische Geräte GmbH, Augsburg durchgeführt. Folgende **Parameter** wurden bei den Untersuchungen erfaßt:

- ☐ **Eingangstest - Analysebogen,**  
**Re - Test - Analysebogen und**  
**Abschluss - Analysebogen:**    - *Sozial - medizinischer Befund*
- ☐ **Anthropometrische Daten:**    - *Körpergröße L [cm]*  
  - *Körpergewicht KG [kg]*  
  - *Körperfettanteil KF [%]*
- ☐ **Motorische Fähigkeiten:**        - *Beweglichkeit FLEX [units]*  
  - *Kraft TB [kg · KG<sup>-1</sup>]*  
  - *Kraft P<sub>abdom</sub> [μV · KG<sup>-1</sup>]*  
  - *Kraft P<sub>spinae</sub> [μV · KG<sup>-1</sup>]*
- ☐ **Physiologische Parameter:**    - *Herzschlagfrequenz [Schläge · min<sup>-1</sup>]*  
  - *in Ruhe Hf<sub>R</sub>, bei Belastung Hf<sub>B</sub> und*  
  - *in der Erholungsphase Hf<sub>E</sub>*  
  - *Blutdruck [mmHg] in Ruhe RR<sub>R</sub> und*  
  - *in der Erholungsphase RR<sub>E</sub>*  
  - *Kardiopulmonale Leistungsfähigkeit*  
  - *Relative Sauerstoffaufnahme  $\dot{V}O_{2rel}$*   
  - *[ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> STPD]*

Um die **Wirkungen** des **dreimonatigen Trainingsregimes** innerhalb der Gruppen und die Gruppenunterschiede zu berechnen, wurde unter Verwendung der im Kapitel 3.6 *Statistische Auswertung* näher aufgeführten statistischen Auswertungsmethoden nach folgendem Design verfahren:

### Gruppe I:



### Gruppe II:



### 2.2.3 Eingangstest - Analysebogen, Re - Test - Analysebogen, Abschluss - Analysebogen

Zu Beginn der **Eingangsuntersuchung** klärte der Studienleiter die Fragen des standardisierten **Eingangs - Analysebogens** (siehe Anhang I), so dass folgende Informationen aufgenommen werden konnten:

- ☐ Name, Vorname, Anschrift, Geburtsdatum und Beschäftigungsstatus
- ☐ Momentane sportliche Aktivitäten, Häufigkeit und diesbezügliche Beschwerden
- ☐ Eingangsanamnese bezüglich der Rückenproblematik, deren Schmerzlokalisierung und Wahrnehmungssituation, Herz - Kreislaufschwächen, Gelenkprobleme und Klärung der Chronifizierung
- ☐ Operative Maßnahmen
- ☐ Medikamentöse Einstellung, Ernährung und Nikotinkonsum.

Nach dreimonatiger Trainingsphase wurden bei dem **Re - Test** vorab die Fragen des **Re - Test - Analysebogens** (siehe Anhang II) geklärt. Neben der Registrierung des **Trainingsregime - Zeitraumes**, eventueller **Trainingspausen**



( $\geq 2$  Wochen) und der daraus resultierenden **Trainingshäufigkeit** pro Woche, wurde der durchschnittliche **Zeitaufwand** pro Trainingseinheit ermittelt.

Des Weiteren dokumentierte der Studienleiter mögliche, **trainingsrelevante Kontraindikationen**, für die Bereiche **Rücken, Herz - Kreislauf** und **Gelenke**.

Bezogen auf die **momentane Schmerzsituation** (*»permanent«, »zeitweise«, »leicht schmerzhaft«* oder *»keine Schmerzen mehr«* bzw. *»nach Belastungen«, »während des Trainings«* oder *»nach dem Training«*) beurteilten die Frauen den **Erfolg** des Trainingsregimes. Hier waren folgende prädikative Nennungen möglich: *»schmerzfrei«, »wesentlich besser«, »besser«, »etwas besser«, »unverändert«* oder *»schlechter«*.

Für die Taxierung der allgemeinen **Auswirkungen** des **Rücken - Schutz - Programmes** auf das **Wohlbefinden** standen **fünf Bewertungsklassifizierungen** zur Verfügung: *»ausgezeichnet«, »gut«, »befriedigend«, »ausreichend«* und *»schlecht«*.

Abschließend konnte der **Zeitaufwand** wie folgt eingeschätzt werden:

*»minimal«, »gut organisierbar«, »angemessen«, »schwer organisierbar«* und *»zu zeitaufwendig«*.

Die Probandinnen der **Gruppe II**, die insgesamt ein **sechsmonatiges Trainingsprogramm** absolvierten, beurteilten bei dem **Abschluss - Test** vorab nochmals die oben aufgeführten Parameter, zuzüglich äußerten sie sich darüber, ob sie auch in **Zukunft** ein **gesundheitssportliches Training** durchführen werden. (siehe Anhang III).

### 2.2.4 Microfit - Test

Basierend auf dem komplex aufgebauten **Microfit Fitnessprofil - Test** der Firma Microfit Inc., USA und dem additiv eingesetzten **Oberflächen - EMG Ever - Feedback** der Firma Ever - med, Medizinische Geräte GmbH, Augsburg, wurden nachstehende **anthropometrische, motorische** und **physiologische Parameter** in einer festgelegten Reihenfolge erfasst:

- ❑ **Ruhe - Blutdruck**  $RR_R$  [mmHg]  
**Ruhe - Herzschlagfrequenz**  $Hf_R$  [ $S \cdot min^{-1}$ ]
- ❑ **Körpergröße**  $L$  [cm], **Körpergewicht**  $KG$  [kg],  
**Körperfettanteil**  $KF$  [%]
- ❑ **Oberflächen - EMG M. rectus abdominis**  $P_{abdom}$  [ $\mu V \cdot kg^{-1} \cdot KG$ ],  
**Oberflächen - EMG M. erector spinae**  $P_{spinae}$  [ $\mu V \cdot kg^{-1} \cdot KG$ ]
- ❑ **Flexibilität** des **M. triceps surae**, der **Mm. ischiocrurales**,  
des **M. gluteus maximus** und des **M. erector spinae** **FLEX** [units]
- ❑ **Submaximale Fahrradergometrie**,  
**Relative Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2rel}$  [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  STPD],  
**Belastungs - Herzschlagfrequenz**  $Hf_B$  [ $S \cdot min^{-1}$ ]
- ❑ **Erholungs - Blutdruck**  $RR_E$  [mmHg],  
**Erholungs - Herzschlagfrequenz**  $Hf_E$  [ $S \cdot min^{-1}$ ]

(Siehe Microfit - Testausdruck, Anhang IV)

### 2.2.4.1 Herzschlagfrequenz, Blutdruck

Die Blutdruck - Messeinheit des **Microfit - Systems** mißt den **Blutdruck** **RR** nach **RIVA - ROCCI** im Bereich von **0** bis **260** mmHg mittels der **KOROTKOW - Tonanalyse** bis zu **1** mmHg genau. Um verwertbare Messungen zu erhalten, hatten die Probandinnen **zehn Minuten** Zeit, sich vorher sitzend auszuruhen, ehe die Blutdruckmessung durchgeführt wurde.

Das Microfit - System steigert den Manschettendruck um ca. **8** mmHg pro Sekunde. Bei einer **KOROTKOW - Tonwahrnehmung** im Bereich des **Startdruckes** von **170** mmHg bricht der Computer die Drucksenkungsphase sofort ab und erhöht den Druck nach **einer** Minute **Ruhephase** auf **200** mmHg, notfalls auf **230** mmHg bzw. letztendlich bis **260** mmHg.

Während der **Drucksenkungsphase** visualisiert der Computer die wahrgenommenen KOROTKOW - Töne auf dem Bildschirm in Form von **diagrammartigen Ausschlägen**.

## 2. Methodik

---

Die **Druckminderung** wird je nach **Hf** mit einer **Geschwindigkeit** von **2 - 6** mmHg pro Sekunde realisiert, bis **2 - 3** Sekunden kein KOROTKOW - Ton mehr wahrgenommen wird.



**Abb. 5:** Probandin G. B. im Testraum des PRÄVENTAS® in Hannover.

Die **Herzschlagfrequenz** in **Ruhe**  $Hf_R$  wird aus der **Durchschnittszeit** der **Zwischenschläge** aller **KROTKOW - Töne** berechnet, die während des **Blutdruckmesszyklus** wahrgenommen werden. Das **Pulsfrequenzsystem** des Microfit - Systems misst im Gesamtbereich von **20 bis 200** Schläge  $\cdot \text{min}^{-1}$  genau (MICROFIT BENUTZERHANDBUCH 1992).

Grundsätzlich wurde **eine** Minute nach der ersten Messung eine **Kontrollmessung** durchgeführt. Nach erfolgreicher Messung zeigt der Computer die  $Hf_R$ , den **systolischen** und den **diastolischen Blutdruckwert**  $RR_R$  auf dem Bildschirm an und speichert die jeweils letzte Messung.

### 2.2.4.2 Anthropometrische Daten

Die **Körpergröße L** [cm] wurde mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5$  cm in Zentimetern gemessen und per Tastatur in den Computer eingegeben.

Die **Körpergewichtswaage** des Microfit - Systems ist für den Bereich von **5** bis **180** kg ausgelegt. Der Computer analysiert vor Beginn der **Körpergewichtsmessung** die Waageneinstellung um das laufende **Nulleinstellungsergebnis** zu erhalten. Wiederholte Körpergewichtsmessungen können jedoch eine **Toleranz** von  $\pm 0,2$  kg aufweisen, wenn die Testperson entweder über **100** kg wiegt, oder während der Messung **nicht stillsteht** (MICROFIT BENUTZERHANDBUCH 1992).

Für das Auswertungsverfahren des **prozentualen Körperfettanteils KF** [%] wurden neben dem gemessenen **Körpergewicht KG** [kg] die Werte des **Hautfaltencalipers** verwendet. Die Calipermesseinheit des Microfit - Systems misst Hautfaltendicken von **0** mm bis **47** mm bis zu **0,1** mm genau. Durch die jeweils konstant justierte **Kompressionskraft** von  $10 \text{ g} \cdot \text{mm}^{-2}$  der Messzange kommen maximale **Toleranzen** von **0,2** mm zustande (MICROFIT BENUTZERHANDBUCH 1992).

Die **Körperdichte** wird bei diesem Messsystem durch die Gleichungen, die von JACKSON, POLLOCK 1978 und JACKSON, POLLOCK, WARD 1980 für die **Hautfaltenregression** entwickelt wurden, ermittelt.

Welche **Hautfaltenstellen** bei den **Frauen** definiert sind, wird von JACKSON, POLLOCK 1985 festgelegt. Die insgesamt **sechs** zu analysierenden **Hautfalten** befinden sich beidseitig im Bereich des **M. triceps brachii** (eine vertikale Hautfalte halbwegs zwischen Ellenbogen- und Schultergelenk), der **Supra crista iliaca** (eine diagonale Falte oberhalb des Darmbeinkammes) und des **M. rectus femoris** (eine vertikale Hautfalte halbwegs zwischen der Hüfte und dem Kniegelenk).

Um eine akkurate **Körperfettveranschlagung** gewährleisten zu können, wurden **alle** Messungen **vom Studienleiter** mittels einer **standardisierten** Messmethode an aufrecht stehenden, entspannten Probandinnen durchgeführt.

Bei **Abweichungen** der paarigen Ergebnisse in einer Region fordert der Computer eine **Überprüfung** der letztgemessenen Hautfalte.

Die errechneten **Körperfettprozente KF** [%] werden von der Körperdichte unter Verwendung der Formel von SIRI 1956 bestimmt.

### 2.2.4.3 Muskelfunktionsdiagnostik

In der vorliegenden Studie wurden für die Erfassung der individuellen motorischen Eingangs-, Re - Test- und Endsituationen folgende **sportmotorische Tests** durchgeführt:

- ☐ motorische Eigenschaft **Kraft**:
  - a) **isometrisch**, Oberflächen - EMG
    - M. rectus abdominis **P<sub>abdom</sub>** [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1}$  KG],
    - M. erector spinae **P<sub>spinae</sub>** [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1}$  KG]
  - b) **dynamisch Kraft TB** [ $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$  KG]
    - LifeCircuit® SET - UP TEST (Bauchmuskel, Rückenstrecker, Beinstrecker, Beincurl, Rudern sitzend und Lat - Ziehen)
- ☐ motorische Eigenschaft **Beweglichkeit**:
  - Rumpfvorbeuge sitzend **FLEX** [units]

#### 2.2.4.3.1 Aktionspotentiale, Oberflächen - EMG

Um die Aktivität der **Muskelpotentiale** des **M. rectus abdominis** und des **M. erector spinae** bestimmen zu können, führten die Probandinnen vor Beginn des Trainingsregimes **individuell gleichausgerichtete** und **standardisierte Muskelfunktionstests** durch. Die Muskelpotentiale wurden per **Oberflächen - EMG** Messung ermittelt. Bei dem **Ever - Feedback** System handelt es sich um ein hochwertiges elektro - medizinisches **Therapie- und Analysegerät**, mit dem man das **Innervationsverhalten** der Muskulatur ermitteln kann.

Dies geschieht durch eine standardisierte Anordnung der **drei** quadratischen **Leiterplättchen** ( $30 \times 30$  mm), einer **probandenabhängigen Einjustierung** der **Empfindlichkeitseinstellung** [ $\mu\text{V}$ ] und einem festgelegten Verhältnis von **Kontraktions- und Pausendauer** (1:1). Das Oberflächen - EMG Gerät der Medizinischen Geräte GmbH Augsburg arbeitet mit einer **Empfindlichkeit** von **5  $\mu\text{V}$  - 1 mV**. Gemessen wurde die **maximale, isometrische Anspannungsfähigkeit** der **Bauch- und Rückenmuskulatur**. Zur Verbesserung der Leitfähigkeit wurde die Auflagefläche der Elektroden mit einem strukturviskosen Kontaktgel

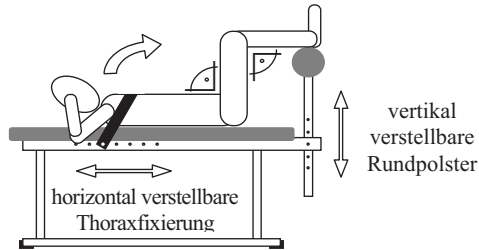
(eluson<sup>®</sup>, rego GmbH & Co. KG) bestrichen. Um eine interindividuell gleiche Ausrichtung der Probandinnen bezüglich der Messstation und eine identische Funktionstestausführung bei jeder Untersuchung zu gewährleisten, wurde nach einem standardisierten Muster verfahren (siehe dazu 2.2.4.3.1.1 und 2.2.4.3.1.2).

Zur Einstellung der **Messempfindlichkeit** war es erforderlich, die Probandinnen vorab **eine** maximale Kontraktion ausführen zu lassen. Hierbei legte der Studienleiter sich auf eine personengebundene Empfindlichkeitseinstellung fest, bei der die **prozentuale Ausnutzungsangabe** des momentanen Aktionspotentials mit ca. **50 %** angegeben wurde. Diese Einstellung wird einerseits mit Hilfe einer **Leuchtdiodenkette**, andererseits mit einer **digitalen Angabe** in Prozent angezeigt. Bei der Durchführung der isometrischen Aktionspotentialmessung gibt ein **akustisches Signal** das **Innervationsverhalten** der arbeitenden Muskulatur in Form von dementsprechend höher oder tiefer werdenden Frequenzen wieder. Die Höhe des Signaltones ändert sich entsprechend des momentan gemessenen Innervationsverhaltens, so dass ein permanentes, akustisches **»Feedback«** wahrgenommen wird.

Für die **Auswertung** wurden **fünf** isometrische Aktionen gemessen und schriftlich festgehalten, wobei hiervon der **höchste** und der **niedrigste** Wert gestrichen wurde. Aus den **drei** mittleren prozentualen Angaben der eingestellten Empfindlichkeit wurde das **arithmetische Mittel** errechnet, mit Hilfe dessen es möglich war, auf das **reale Aktionspotential** der getesteten Muskelgruppe zu schließen.

### 2.2.4.3.1.1 Aktionspotentiale des **M. rectus abdominis**

Für die Ermittlung der **Aktionspotentiale** des **M. rectus abdominis** **P<sub>abdom</sub>** [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$ ] wurden die Probandinnen auf einer speziellen Liege in die **Stufenlagerung** gebracht, so dass die **Hüft-** und **Knienelenke** auf **90°** gebeugt waren. Die Unterschenkel lagen hierbei auf einer in der Höhe verstellbaren Polsterung und die Arme wurden frei in Kopfhöhe gehalten. Um exakte und vergleichbare Werte bei der isometrischen Anspannung des Bauchmuskels zu erhalten, wurden die Probandinnen mit einem **Fixierungsgurt** angeschnallt. Die **Abbildung 6** zeigt die Ausgangssituation figurativ.



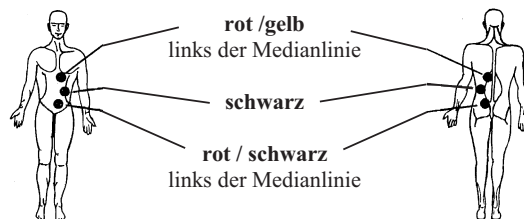
**Abb. 6:** Stufenlagerung für die Ermittlung der Aktionspotentiale des **M. rectus abdominis**.

Bei dieser Funktionstestung zeigte sich in Vorversuchen, dass unterschiedliche Lagerungen der Versuchspersonen und unterschiedliche Anbringungen des Fixierungsgurtes am Oberkörper nicht vertretbare Messdiskrepanzen zuließen. Deshalb erfolgte die **Positionierung** und **Fixierung** jeder Person so, dass sich einerseits der **Ursprung des Gurtes** auf **Höhe des Acromions** befand und andererseits ein **Abheben** mit dem **Oberkörper nicht möglich** war.

Aus dieser Lage versuchten die Probandinnen nach dem Ertönen des Startsignals den Thorax aufzurollen, so dass sich der Ursprung (Schwertfortsatz des Brustbeines) und der Ansatz (oberer Rand des Schambeines) des **M. rectus abdominis** näherten. Die Blickrichtung orientierte sich nach schräg - oben. Die **Kontraktionsdauer** und die darauf folgende **Pause** betrugen jeweils **drei Sekunden**.

Hierbei wurde darauf geachtet, dass die Teilnehmerinnen bei der Kontraktionsphase aus- und bei der Pause wieder einatmeten.

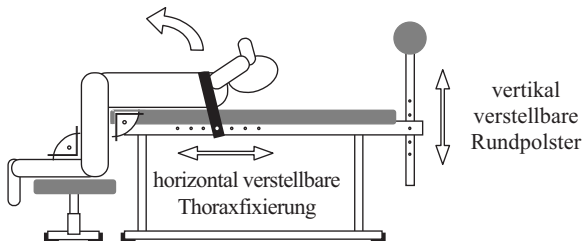
Die **Abbildung 7** zeigt wie die Elektroden **symmetrisch** zueinander, links neben der Medianlinie angelegt und mit Klebefoliengitter (50 × 80 mm) fixiert wurden.



**Abb. 7:** Anordnung der Elektroden - Leiterplättchen.

### 2.2.4.3.1.2 Aktionspotentiale des *M. erector spinae*

Für die Ermittlung der **Aktionspotentiale** des ***M. erector spinae***  $P_{\text{spinae}}$  [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1}$  KG] positionierten sich die Frauen in **Bauchlage** so auf die Liege, dass sie in den **Hüft- und Kniegelenken** wiederum einen **rechten Winkel** aufwiesen. Die Unterschenkel und die Kniegelenke ruhten dabei auf einem in der Höhe verstellbaren Polster. Die Arme befanden sich bei dieser Testübung frei in Kopfhöhe. Die Ausgangsposition wurde so gewählt, dass sich der **Gurtursprung** auf **Höhe des Acromions** befand. In der **Abbildung 8** erkennt man, dass der **Brustkorb** aufgrund der Fixierung während der Kontraktionsphase die **Polsteroberfläche nicht verlassen** konnte.



**Abb. 8:** Lagerung der Probandinnen für die Aktionspotentialmessung der autochthonen Rückenmuskulatur.

Die Elektroden wurden bei dieser Messung symmetrisch zueinander angelegt:

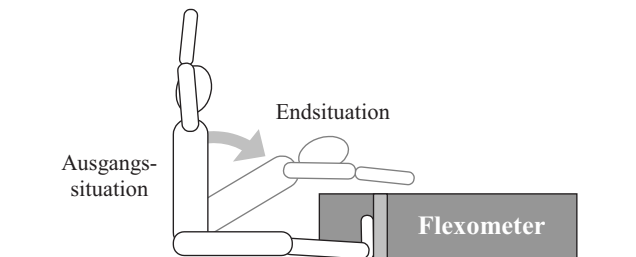
- ☐ die **rot / schwarze** Elektrode kranial der **Christa iliaca** des linken lateralen Strangs des ***M. erector spinae*** (*M. longissimus*, *M. iliocostalis*)
- ☐ die **rot / gelbe** Elektrode in Höhe der **Anguli** der **6. - 7. Rippe**
- ☐ die **schwarze** Bezugselektrode wies zu den erstgenannten Elektroden den gleichen Abstand auf, so dass die Elektroden als Eckpunkte eines **gleichschenkeligen Dreiecks** zu erkennen waren

Die **Abbildung 7** auf der Seite 31 zeigt die Anordnung der Elektroden.



### 2.2.4.3.2 Beweglichkeit

Um den Einfluss des präventiv ausgerichteten Trainingsregimes auf die **Beweglichkeit FLEX** [units], in dem vorliegenden Fall bezogen auf die **dorsale Muskelkette** (M. triceps surae, Mm. ischiocrurales, M. gluteus maximus, M. erector spinae) objektiv beurteilen zu können, wurde mit Hilfe des Microfit - Systems eine standardisierte Testausführung für die **Rumpfvorbeuge** durchgeführt. Hierfür setzten sich die Probandinnen so auf den Boden, dass die Füße (ohne Schuhe) flach gegen die vertikale Plattform positioniert werden konnten. Die Füße sollten dabei jeweils links und rechts von der Flexibilitätsskala platziert sein. Sowohl in der Ausgangsposition als auch während des Testvorganges befanden sich die Kniegelenke in gestreckter Position. Diese Überprüfung wurde im **unaufgewärmten** Zustand absolviert. Die **Abbildung 9** veranschaulicht wie die Frauen ihren Oberkörper in der Ausgangssituation aufrichteten und die Arme in die Vertikale streckten, um sich dann langsam und so weit wie möglich in die Rumpfvorbeuge zu bringen.



**Abb. 9: Ausgangs- und Endposition bei der Flexibilitätsanalyse.**

Die **Flexibilitätsskala** ist dem **Flexometer** des Canadian Standardized Test of Fitness (CANDIAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 1987) nachempfunden, wobei die Microfit - Skala in **units** und nicht in Zentimetern bzw. Inch eingeteilt ist. Jede Einheit entspricht **19 mm**. In der maximalen Hüftbeugeposition drückten die Frauen **drei Sekunden** lang die **Flexibilitätsskalenknöpfe** mit dem **rechten** und dem **linken Zeigefinger**.

### 2.2.4.4      **Modifizierter, submaximaler Herz - Kreislauftest nach ÅSTRAND**

Für die Ermittlung der **relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2\text{rel}}$  [ $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD] wurde eine **modifizierte** Form des **submaximalen Fahrradtests** nach ÅSTRAND, RYHMING 1954 durchgeführt.

Der ÅSTRAND - Test wurde dahingehend modifiziert, das insgesamt **drei Belastungsprogramme** (schwach - intensiv, mittel - intensiv und stark - intensiv) zur Verfügung standen, um Personen aller Fitnesskategorien einzubeziehen.

Die Anfangsphase kennzeichnet sich durch **zweiminütige** Belastungsintervalle, in denen die zu testende Frau, je nach **Körpergewicht, Herzschlagfrequenzverhalten** und dem gewählten **Belastungsprogramm** eine **individuell angepasste** Widerstandssteigerung erfährt.

Bei dem **schwach - intensiven** Belastungsprogramm wird mit **25 Watt** gestartet und die Arbeitsleistung alle **zwei Minuten** um **25 Watt** bis zum Erreichen der **Zielherzschlagfrequenz**  $Hf_{\text{Ziel}}$  gesteigert. Mit dieser Arbeitsleistung fahren die Probandinnen weitere **drei Messzyklen** (je eine Minute) weiter, um das Herzschlagfrequenzverhalten bei gleichbleibender Leistung beurteilen zu können. Dieses Programm wird bei **unsportlichen** Frauen gewählt, die eine **sitzende Tätigkeit** und **keine sportlichen Aktivitäten** in der Freizeit ausüben oder  $\geq 50$  Jahre alt sind.

Der **mittlere Intensitätsgrad**, der für **moderat aktive** Personen definiert ist, zeichnet sich durch eine Anfangsleistung von **50 Watt** aus. Die Widerstandssteigerungen bis zu der individuellen submaximalen Belastung nach jeweils zweiminütiger Belastungsphase sind auf **25 Watt** determiniert.

Das **stark - intensive** Belastungsprogramm ist nur für **sehr aktive Sportlerinnen** konzipiert, bei denen die Anfangsbelastung auf **100 Watt** eingestellt und die Steigerungen in größeren Belastungsschritten durchgeführt werden. Dieses Belastungsniveau wurde bei dieser Studie nicht eingesetzt.

Die **individuell intendierte** Herzschlagfrequenz  $Hf_{Ziel}$ , für die jeweiligen Intensitätsgrade, ergibt sich aus folgenden Formeln:

- ❑ **schwach - intensives** Programm:  $126 - ((INT(Alter / 10) - 2) \times 3)$
- ❑ **mittel - intensives** Programm:  $131 - ((INT(Alter / 10) - 2) \times 3)$
- ❑ **stark - intensives** Programm:  $0,75 \times (220 - Alter)$

Die **maximale**  $Hf_{Ziel}$  für die Steigerungsintervalle ist bei  $140 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  determiniert (MICROFIT 1992).

In der folgenden **Tabelle 2** und der **Abbildung 10** sind unterschiedliche **Anfangsbelastungen** und individuelle, herzschlagfrequenzabhängige **Widerstandssteigerungen** je Belastungsphase, der individuellen Belastungsgruppen bzw. einer getesteten Frau dargestellt.

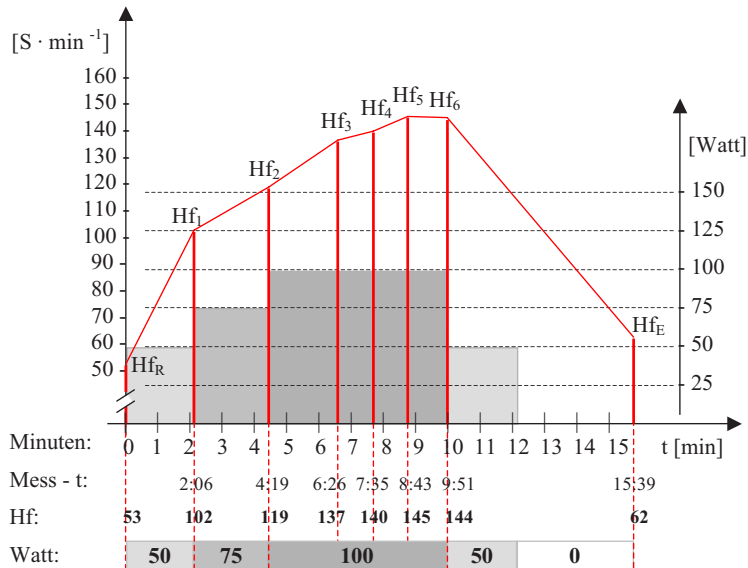
**Tab. 2: Die drei Belastungsprogramme der Submaximalen Fahrradergometrie zur Ermittlung der relativen Sauerstoffaufnahme nach ÅSTRAND**

Anfangsbelastungen und Widerstandssteigerungen bei dem submaximalen Herz - Kreislauftest nach ÅSTRAND		
schwach - intensiv	mittel - intensiv	stark - intensiv
Anfangsleistung <b>25 Watt</b>	Anfangsleistung <b>50 Watt</b>	Anfangsleistung <b>100 Watt</b>
Leistungssteigerung <b>25 Watt</b> je Intervall bis $Hf_{Ziel}$ erreicht	Leistungssteigerung <b>25 Watt</b> je Intervall bis $Hf_{Ziel}$ erreicht	Leistungssteigerung a) $Hf \leq Hf_{Low}$ $\Rightarrow$ <b>50 Watt</b> b) $Hf_{Low} \leq Hf \leq Hf_{Ziel}$ $\Rightarrow$ <b>25 Watt</b>

Im Folgenden wird eine Belastungsverlaufsmöglichkeit im **mittel - intensiven** Belastungsbereich am Beispiel von Frau B. G. dargestellt. Die individuell intendierte Herzschlagfrequenz  $Hf_{Ziel}$  für die Probandin B. G. bezogen auf das **mittel - intensive** Programm, ergab sich aus folgender Formel:

$$131 - ((\text{INT}(44 / 10) - 2) \times 3) = \underline{125}$$

Das entspricht ca. **71 %** der theoretischen maximalen Herzschlagfrequenz (**220 - Lebensalter  $\times$  0,71**).



**Abb. 10:** Belastungsverlauf und Verhalten der Herzschlagfrequenz im mittel - intensiven Belastungsbereich von Frau B. G., 44 Jahre (Testdatum: 13.05.1995).

Mit einer **Startleistung** von **50 Watt** bei **50 U · min<sup>-1</sup>** stieg die Herzschlagfrequenz von **Hf<sub>R</sub> 53 S · min<sup>-1</sup>** auf **Hf<sub>1</sub> 102 S · min<sup>-1</sup>** (bei **zwei** Minuten und **sechs** Sekunden), auf Grund dessen eine Belastungssteigerung auf **75 Watt** bei **60 U · min<sup>-1</sup>** erfolgte. Nach folgenden **zwei** Minuten und **13** Sekunden wurde eine Herzschlagfrequenz **Hf<sub>2</sub> von 119 S · min<sup>-1</sup>** ermittelt. Dies hatte eine weitere Erhöhung der Belastungsintensität um **25 Watt** bei **70 U · min<sup>-1</sup>** zur Folge. Bei der Einstellung von **100 Watt** Leistung wurde nach insgesamt **sechs** Minuten und **26**

Sekunden eine Herzschlagfrequenz **Hf<sub>3</sub>** von **137 S · min<sup>-1</sup>** gemessen, so dass eine weitere Intensitätserhöhung nicht erforderlich war. Für weitere **drei** Minuten und **25** Sekunden wurde mit gleicher Belastung das Herzschlagfrequenzverhalten ermittelt. Die **Hf<sub>4</sub>** - Messung nach **7** Minuten und **35** Sekunden ergab **140 S · min<sup>-1</sup>**, die **Hf<sub>5</sub>** - Messung bei 8'43'' **145 S · min<sup>-1</sup>** und die **Hf<sub>6</sub>** - Messung bei 9'51'' **144 S · min<sup>-1</sup>**. Das entspricht einer Intensität von ca. **81 %** der theoretischen maximalen Herz - Kreislaufbelastungsfähigkeit.

In den ersten **zwei Minuten** der darauf folgenden ca. **fünfminütigen Erholungsphase** hatte Frau B. G. bei einer Umdrehungszahl von **50 U · min<sup>-1</sup>** **50** Watt zu leisten, um **orthostatische Regulationsstörungen** zu vermeiden. Die letzten **drei Minuten** verbrachte sie sitzend auf einen Stuhl und reduzierte ihre Herzschlagfrequenz auf **Hf<sub>E</sub> 62 S · min<sup>-1</sup>**.

Mit Hilfe der Microfit - Software wird per **Åstrandnomogramm** (ÅSTRAND, RYHMING 1954, SHEPHARD 1970) die **relative Sauerstoffaufnahme  $\dot{V}O_{2rel}$**  [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  STPD] **kalkulatorisch** ermittelt. Die von Microfit aufgeführten Datennormen für Frauen wurden von der »*Cardiorespiratory Fitness Classification of the American Heart Association*« ermittelt (MICROFIT 1992).

### 2.2.4      **Dynamische Maximalkraftanalysen an computergesteuerten Test- und Trainingssystemen**

Die Erfassung der muskulären **Maximalkraft - Situation** unter **dynamisch- / isometrischen** Bedingungen ermöglichten die computergesteuerten Funktionskräftigungssysteme der Firma **LifeFitness®** mit dem **SET - UP Test**.

Neben den leistungsdiagnostischen Eingangs- und den folgenden Kontrolluntersuchungen zur Bewertung muskulärer (Dys-) Balancen diente die SET - UP Maximalkraftmessung bei **jeder Trainingseinheit** zur Erfassung der **aktuellen Tagesform**, so dass Trainingserfolge **effektiv - analytisch** dokumentiert werden konnten.

### 2.2.5.1 SET - UP Test

Die **SET - UP** Testmethode garantiert mit Hilfe **einer** Test - Bewegung die Ermittlung des **tagesoptimalen Belastungsniveaus** und somit eine **individuelle progressive Trainingsbelastung**. Dies ist durch eine **mikrochipgesteuerte** Gewichts- bzw. Widerstandserzeugung möglich, die durch Elektromotoren produziert wird. Der **SET - UP** Test beruht auf einer **linearen Widerstandssteigerung** im Verlauf der **Testwiederholung** (dynamisch), wobei der Punkt, an dem die Testperson die Bewegung nicht mehr fortsetzen kann (isometrisch), registriert und als **Erschöpfungswert** gespeichert wird. Die Geschwindigkeit, mit der die Testbewegung ausgeführt wird, liegt bei  $40 - 60^\circ \cdot s^{-1}$ . Bei zu schnell ausgeführten **SET - UP** Bewegungen fordert das jeweilige Test- bzw. Trainingssystem die Probandin auf, diese Testung langsamer zu wiederholen.

Der hiermit ermittelte **SET - UP Erschöpfungswert** wird folgend gerätespezifisch prozentual definiert, so dass die trainierende Person das **LifeCircuit® - Programm** (siehe dazu 2.4.2.2.), ohne **vorzeitiger Ermüdung** noch zu Ende führen kann. Die folgende **Tabelle 3** führt die **gerätespezifischen SET - UP Prozentsätze** für die **Trainingsbelastungen** auf (LIFECIRCUIT® - BENUTZER HANDBUCH 1990, S.14).

**Tab. 3:      Gerätespezifische SET - UP Prozentsätze  
für die Trainingsbelastungen**

<u>LifeCircuit® - Stationen</u>	<u>vom SET - UP</u>
Bauchmuskel	50 %
Rückenstrecker	70 %
Beinstrecker	50 %
Beincurl	50 %
Rudern sitzend	50 %
Lat - Ziehen	50 %

Um aussagefähige und vergleichbare **Kraftniveaudaten** zu erhalten, wurden die geleisteten kg - Einstellungen der ersten **drei Trainingseinheiten** jeder Übung für die **Mittelwertsberechnung** herangezogen. Diese Mittelwertsberechnungen

wurden auf das **Körpergewicht** der Probandinnen bezogen, so dass man von einer **relativen Trainingsbelastung**  $TB_{rel.}$ , die sich aus dem Quotienten der Mittelwerts-Trainingsbelastungen und dem Körpergewicht ergibt, sprechen kann.

$$TB_{rel.} = (TB_1 + TB_2 + TB_3) \cdot 3^{-1} \cdot kg^{-1}$$

Es handelt sich somit um einen **dimensionslosen** Wert, der direkte Vergleiche zwischen unterschiedlich schweren Probandinnen zulässt.

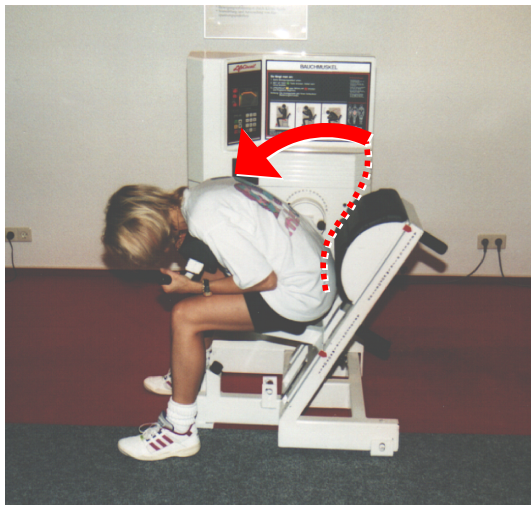
Für die **effektiv - analytische** Auswertung wurden die  $TB_{rel.}$  - Werte der **1., 5., 9., 13., 17., 21. und 25.** Trainingswoche mit Hilfe der **protokollierten Trainingsbelastungen** dieser Wochen berechnet. Im Falle einer geringeren Trainingsfrequenz pro Woche wurden die darauffolgenden Trainingswerte hinzugezogen.

### 2.2.5.2 LifeCircuit® - Stationen

Im Rahmen dieser Studie kam eine Auswahl von **sechs** verschiedenen **LifeCircuit® - Funktionskräftigungssystemen** zum Einsatz, die besonders diejenigen intermuskulär agierenden Muskelschlingen ansprechen, die eine besondere Bedeutung bezüglich der Stabilisierung **wirbelsäulen-** und **beckenrelevanter** Bereiche haben (NEEF, CAIMI 1994). Es handelt sich bei den ausgewählten Übungen um **einfachstrukturierte Bewegungsabläufe**, bei denen die **koordinativen Anforderungen**, durch standardisierte biomechanische Anordnungen, als **»leicht erlernbar«** einzustufen sind. Die LifeCircuit® - Stationen sind sowohl **Analyse-** als auch **Trainingssysteme** und verwenden für beide Einsatzzwecke eine **einheitliche** Technologie.

### 2.2.5.2.1 Bauchmuskel

Die **Oberkörperflexion** im Bereich der Lenden- und Brustwirbelsäule wird bei dem **LifeCircuit® - Bauchmuskel** durch die beidseitige Kontraktion des **M. rectus abdominis** realisiert. Als Hilfsmuskeln fungieren die **Mm. obliqui abdomini** (internus et externus). Der Einsatz der Hüftbeugemuskulatur wird durch die **Drehpunktposition** des Aktionshebels und die **freie Beinlagerung** fast ausgeschlossen. Das Sitzpolster wird so positioniert, dass sich der Drehpunkt des Hebelarmes oberhalb des Darmbeinkammes befindet. Das Rückenpolster wird so fixiert, dass es harmonisch in der physiologischen Krümmung der Lumballordose anliegt, um so dem Lumbalbereich eine optimale Sicherung zu bieten. Das Brustpolster hat im oberen Brustbereich unterhalb des Schlüsselbeines Kontakt. Die Füße stehen leicht gebeugt vor dem Körper mit dorsal flexierten Sprunggelenken. Die Griffe werden umfaßt, und das Brustpolster wird in der konzentrischen Phase, soweit es möglich ist, mit dem Oberkörper nach vorn - unten gedrückt. Bei der SET - UP Testaktion wird grundsätzlich aktiv ausgeatmet.



**Abb. 11:** Test - Bewegungsablauf an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel.



### 2.2.5.2.2 Rückenstrecker

Der **LifeCircuit® - Rückenstrecker** wird zur Analyse und zum Training der Muskelkraft und -leistungsfähigkeit der isolierten **lumbal / thorakalen Extensiomuskulatur** (M. erector spinae, der sich aus dem **M. iliocostalis**, **M. longissimus** und dem **M. spinalis** formiert) eingesetzt.

Die Sitzhöhe wird so gewählt, dass sich der Drehpunkt des Hebelarmes oberhalb des Darmbeinkammes befindet. Das Rückenpolster wird individuell im Lumbalbereich positioniert und das Rundpolster des Hebelarmes liegt im Bereich des 3. / 4. Brustwirbels an. Die Füße stehen mit einem 90° Kniegelenkwinkel auf dem Fußplateau vor dem Körper.

Die Beteiligung der Hüftextensoren an der lumbal / thorakalen Extension wird mechanisch durch einen komplexen **Hüft- / Beckenfixierungsmechanismus** erschwert. Das Rundpolster des Hebelarmes wird mit der SET-UP Test - Geschwindigkeit bis zu dem maximal möglichen Extensionspunkt dorsal gedrückt.

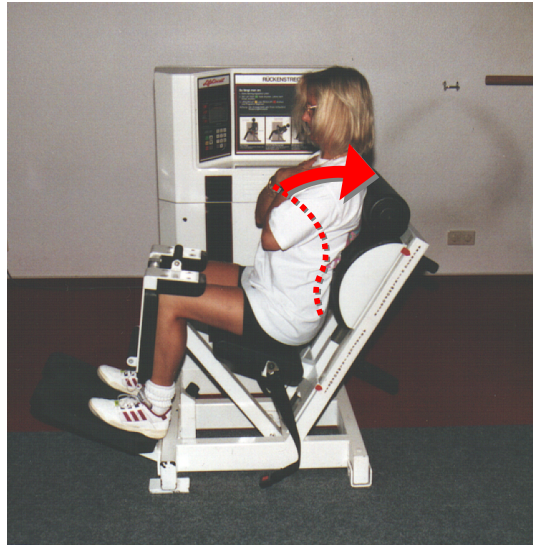


Abb. 12: Test - Bewegungsablauf an dem LifeCircuit® - Rückenstrecker.

### 2.2.5.2.3 Beinstrecker

Mit dem **LifeCircuit® - Beinstrecker** wird der **vierköpfige Schenkelstrecker M. quadriceps femoris**, der sich aus dem oberflächlich gelegenen zweigelenkigen **M. rectus femoris**, der sowohl das Kniegelenk streckt, als auch das Hüftgelenk beugt, und den kniestickeenden **M. vastus medialis**, **M. vastus lateralis** und dem **M. vastus intermedius** zusammensetzt, getestet und trainiert.

Bei der Test - Aktion wird der Oberkörper durch aktive Körperspannung fixiert. Die Haltegriffe dienen dabei als Angriffspunkt. In der positiven Test - Bewegungsphase wird versucht das Kniegelenk maximal zu strecken, dabei sind die Sprunggelenke dorsal flexiert. Der Rücken hält auf ganzer Länge mit der Lehne Kontakt. Die Rückenlehne an dem LifeCircuit® - Beinstrecker wird so eingestellt, dass sich der Kniegelenksdrehpunkt bei gerader Sitzhaltung genau auf gleicher Höhe mit dem Hebelarmdrehpunkt befindet.



**Abb. 13:** Test - Bewegungsablauf an dem LifeCircuit® - Beinstrecker.

### 2.2.5.2.4 Beincurl

Die **Kniegelenksflexoren**, die sich unterteilen in **Oberschenkel-** und **Unterschenkelflexoren**, werden mit dem **LifeCircuit® - Beincurl** analysiert und trainiert. Auf der Rückseite des Oberschenkels verlaufen der zweiköpfige Schenkelmuskel **M. biceps femoris**, der Plattensehnenmuskel **M. semimembranosus** und der Halbsehnenmuskel **M. semitendinosus**. Sie sind als zweigelenkige Muskeln aktiv, indem sie als Hüftgelenksstrecker und Kniegelenksbeuger fungieren. Weitere Flexoren des Kniegelenkes sind der Schneidermuskel **M. sartorius** und der Zwillingswadenmuskel **M. gastrocnemius**.

Die Rückenlehne an dem LifeCircuit® - Beincurl wird so eingestellt, dass sich der Kniegelenksdrehpunkt bei gerader Sitzhaltung genau auf gleicher Höhe mit dem Hebelarmdrehpunkt befindet. Der Rücken wird an der Lehne mit aktiver Oberkörperspannung fixiert. Außerdem wird der Haltegurt um die Hüften geschnallt und das Oberschenkelpolster auf den Oberschenkel gelegt und fixiert.

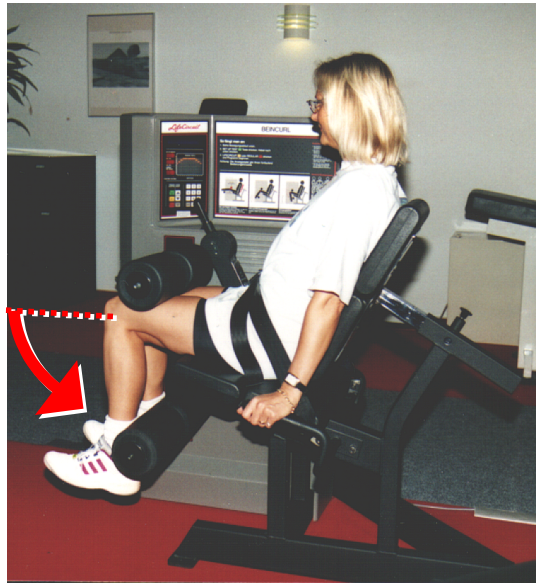


Abb. 14: Test - Bewegungsablauf an dem LifeCircuit® - Beincurl.

In der positiven Test - Phase werden die Beine langsam und kontrolliert bis zur individuellen, maximalen Kniegelenksflexion gebeugt. Dabei wird der Bauchmuskel angespannt und die Sprunggelenke dorsal flexiert.

### 2.2.5.2.5 Rudern sitzend

Mit der LifeCircuit® **Rudern sitzend** - Station werden die dorsale **Schultergürtelmuskulatur** und die **Armbeuger** getestet und gekräftigt. Die Hauptaktionisten bei dieser Übung sind folgende Muskeln: **M. latissimus dorsi**, **M. teres major**, **M. deltoideus** (Pars spinalis), **M. trapezius** (Pars transversa et ascendens), **M. rhomboideus minor et major** und die Armbeuger **M. biceps brachii**, **M. brachialis** und **M. brachioradialis**.

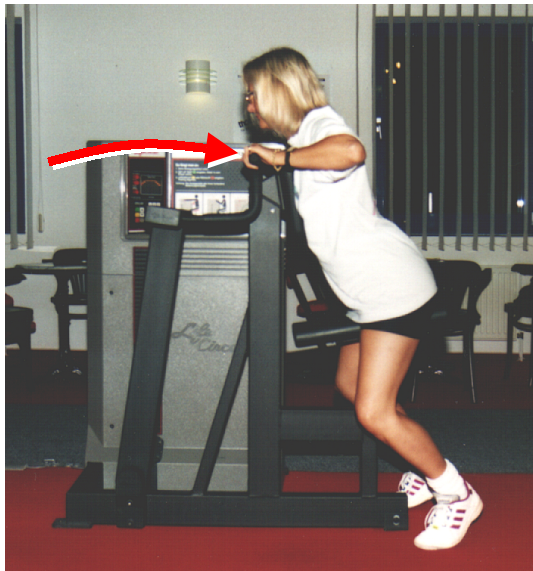


Abb. 15: Test - Bewegungsablauf an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend.

Die Sitzposition an dem **LifeCircuit® Rudern sitzend** wird so eingestellt, dass sich die Griffe bei schräger Oberkörperposition auf Achselhöhe befinden. Die Fußspitzen werden möglichst hinter dem Gesäß auf den Boden gestellt. Der Daumen wird bei der Griffhaltung auf den Griff gelegt. Die Griffe werden langsam und kontrolliert so weit wie möglich zum Körper herangezogen. Dabei werden die Ellenbogen auf Griffhöhe geführt und die Schulterblätter in der Endphase genähert.

Bei Problemen mit einem Ellenbogen- oder Schultergelenk kann alternativ der Parallelgriff genommen werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Unterarme in der Endphase eine waagerechte Position haben.

### 2.2.5.2.6 Lat - Ziehen

Bei dem **LifeCircuit® - Lat - Ziehen** werden vorwiegend der **oberflächliche Rückenmuskel M. latissimus dorsi**, die **Mm. teres major et minor**, aufgrund der **Oberarmadduktion** und der **M. biceps brachii**, **M. brachialis** und **M. brachioradialis**, die für die **Ellenbogenbeugung** in Aktion treten, getestet und trainiert. Der Oberarmadduktor **M. triceps brachii** (caput longum) nimmt hierbei eine untergeordnete Rolle ein.

Das Körpergewicht wird gleichmäßig auf dem Sitz verteilt und der lumbale Rückenbereich fest gegen die Rückenlehne fixiert. Der Haltegurt, der um die Hüften geschnallt wird, gewährleistet eine sichere Körperposition bei der Testausführung. Die Füße stehen schulterweit entfernt auf dem Boden. Die Griffe werden an dem **LifeCircuit® - Lat - Ziehen** bei gerader Sitzposition so weit wie möglich herunter gezogen, ohne einseitig auszuweichen. Die Schultern sind dabei nach caudal fixiert. Die Ellenbogen streben auf direktem Weg zu dem Oberkörper.

Die Griffe werden nur bei speziellen Gelenkproblemen parallel gegriffen - sonst wird der weite Außengriff eingenommen.



Abb. 16: Test - Bewegungsablauf an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen.

### 2.3 Leistungsdiagnostik in Gießen

Mit den additiven **klinischen Untersuchungen** und **Fahrradspiroergometrie** - Tests, die an **der Professur für Sportmedizin der Justus - Liebig - Universität Gießen** unter der Leitung von **Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki** durchgeführt wurden, konnten die Beurteilungen bezüglich des **Leistungs- und Gesundheitszustandes** von **Herz, Kreislauf, Atmung**, sowie die **aerobe und anaerobe Kapazität** von **drei Frauen**, vor Aufnahme und nach Absolvierung des dreimonatigen Trainingsregimes in einer **unabhängigen, experimentellen Kontrollstudie** überprüft werden.

### 2.3.1 Untersuchungsgut

**Drei Probandinnen** aus dem Gesamtkollektiv im Alter von **55,8**  $\pm$  5,8 Jahren wurden im Zeitraum vom 19.12.1994 bis zum 07.11.1995, jeweils zu **Beginn** des **Trainingsregimes** und nach **3,5 Monaten** ( $\pm$  2 Wochen) **Trainingsphase** untersucht. Die **anthropometrischen Daten** sind in der **Tabelle 4** aufgeführt.

**Tab. 4: Kontrollgruppe Justus - Liebig - Universität Gießen**

Anthropometrische Daten			
<u>Parameter</u>	<u>H. Sch.</u>	<u>C. H.</u>	<u>G. B.</u>
Alter [J]	67	34	58
Größe [cm]	160,5	172,0	158,5
Gewicht [kg]	62,0	99,0	70,0

### 2.3.2 Untersuchungsbedingungen

Alle Untersuchungen fanden zwischen **10.50** Uhr und **13.30** Uhr in dem **Spiroergometrie - Labor** des **Lehrstuhls für Sportmedizin** der **Justus - Liebig - Universität Gießen** unter Leitung von **Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki** statt.

Die durchschnittliche Raumtemperatur bei den Untersuchungen lag bei **21,5**  $\pm$  2 °C, der Luftdruck bei **751**  $\pm$  4 mmHg, die Luftfeuchte bei **64,0**  $\pm$  10 % und der Faktor zur Umrechnung der Werte von **BTPS-** auf **STPD -** Bedingungen betrug **0,8156**  $\pm$  0,0045.

**BTPS** = Body Temperature Pressure Saturatet: **37°**, **760** mmHg, **100 %** H<sub>2</sub>O

**STPD** = Standard Temperature Pressure Dry: **0°**, **760** mmHg, **0 %** H<sub>2</sub>O

Bei dem körpergewichtsbezogenen, ergometrischen Belastungsverfahren für den **Präventions-, Senioren- und Frauensport** (Gießener Modell -  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG Methode nach NOWACKI 1974) wurden, bis auf die relativ hohe Luftfeuchtigkeitsbedingungen bei drei Untersuchungen (61 %, 84 % und 67 %) und die etwas höhere Raumtemperatur von 23,5° C bzw. 24,0° C bei zwei Messungen, die Standardisierungsvorschläge zur ergometrischen Leistungsmessung, die von

dem Forschungskomitee des ICSPE zur internationalen Standardisierung der Ergometrie während des 16. Weltkongresses für Sportmedizin in Hannover determiniert wurden, beachtet (MELLEROWICZ, FRANZ 1983).

Bei den Probandinnen, die mindestens **drei** Stunden vor jeder Untersuchung **keine** Nahrung aufgenommen hatten, wurde vor jeder spiroergometrischen Untersuchung nochmals der **klinische Befund** und die **sportärztliche Anamnese** erhoben. Alle Befunde und Daten wurden auf standardisierten Anamnesebögen und Testprotokollen (siehe Anhang V, VI) erfaßt.

Bei der Bestimmung des **Körpergewichts KG** [kg], mit Hilfe einer geeichten Waage der Firma **SECA**, wurde darauf geachtet, dass der mitgewogene Textilanteil bei der Kontrollmessung vergleichbar schwer war.

Daraufhin erfolgte mittels einer **Meßlatte** die Ermittlung der **Körpergröße L** [cm] bei habitueller Haltung.

Für die Feststellung der **0,5, 1,0 und 3,0 Sekundenkapazität** (Tiffeneau - Test), sowie der forcierten, expiratorischen **Atemstromstärke** und der **Vitalkapazität**, wurde das **SPIROTRON**, ein **Digitalspirometer** des Drägerwerks AG Lübeck, eingesetzt.

Nach dieser **Ruhe - Lungenfunktionsprüfung** folgten die **internistische** und die **orthopädische** Untersuchung, die die Eignung zur folgenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen absicherten.

Vor jeder Spiroergometrie - Testung wurde ein **Ruhe - EKG** mit dem Sechskanalschreiber »**Multiscriptor EK 22**« Firma F. HELDIGE & Co GmbH, Freiburg im Breisgau geschrieben und kontrolliert, ob bei den Probandinnen eine der von MELLEROWICZ 1962, MATZDORF 1979, MELLEROWICZ 1979 und HOLLMANN, HETTINGER 2000 determinierten Einschränkungen bestand.

Zur **spiroergometrischen Leistungsdiagnostik** wurde der **Komplette Messplatz zur kardiorespiratorischen Funktionsdiagnostik** der Firma E. JAEGER, Würzburg eingesetzt.

Die Elektroden des Dreikanalschreibers »**Multiscriptor EK 26**« der Firma F. HELDIGE & Co GmbH, Freiburg im Breisgau, wurden mit Hilfe eines elastischen Brustgurts für die **Ableitungspunkte V4, V5 und V6** auf der ventralen Seite des Thorax, den **Extremitätenelektroden I, II und III** und die **indifferente Elektrode** auf der dorsalen Thoraxseite positioniert. Die **elektrokardiographi-**



**schen Aufzeichnungen** erfolgten in der **Vorstartphase**, in den letzten **10 Sekunden jeder Belastungsminute** und **jeder der fünf Erholungsminuten**.

Die Ausmessungen, von jeweils **7 bis 8 Herzaktionen** wurden mit dem **EKG - Messlineal** der Fa. KNOLL ermittelt. Diese standardisierte und international verbreitete Messmethode zur **elektrokardiographischen Ermittlung** der Herzschlagfrequenz, die auf einer zeitlichen Ausmessung von drei Herzaktionen (QRS - Komplexen) und der Umrechnung dieser Zeit auf **60 Sekunden** basiert, gilt als sehr sicher. Additiv hierzu wurde das EKG **simultan** über das **Oszilloskop »SH 314«** des gleichen Herstellers beobachtet.

Die **Blutdruckwerte** wurden mittels Oberarmmanschette mit der Methode nach RIVA - ROCCI und KOROTKOW in der **Vorstartphase**, in der **2., 4., 6. und 8. Belastungsminute**, sowie in **allen** folgenden **fünf Erholungsminuten** gemessen. Alle ermittelten Werte wurden auf dem standardisierten Ergometrie - Test - Bogen festgehalten (siehe Anhang VII).

Das **offene Spirometersystem »Pneumotest«** der Fa. E. JAEGER, Würzburg, registrierte nach dem **pneumotachographischen Prinzip** während der **Vorstart-, der Belastungs- und der Erholungsphase** die **respiratorischen Parameter Atemfrequenz, Atemzugvolumen**, den prozentualen Anteil der **Sauerstoff-** (Vol. % O<sub>2</sub>) und der **Kohlendioxidkonzentration** (Vol. % CO<sub>2</sub>) als Differenz der **inspiratorischen und expiratorischen** Luft nach der Wärmeleitmethode und dokumentierte fortlaufend graphisch die ermittelten Messgrößen mit den bekannten typischen Originalkurven (NOWACKI 1977, MÄURER 1977).

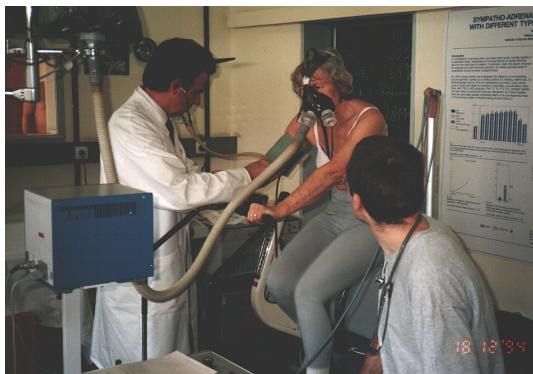
Mit den registrierten Basiswerten konnten dann das **Atemminutenvolumen** (AMV), der **Sauerstoffpuls** ( $\dot{V}O_{2max.} \cdot Hf^{-1}$ ), die **Kohlendioxidausscheidung** ( $\dot{V}CO_2$ ), die **absolute** ( $\dot{V}O_{2max.}$ ) und die **relative Sauerstoffaufnahme** ( $\dot{V}O_{2rel.}$ ), das **Atemäquivalent** (ÄÄ) und der **respiratorische Quotient** (VRQ / RQ) berechnet werden.

### 2.3.3 Fahrradspiroergometrie - Gießener Modell nach NOWACKI

Die Untersuchungen zur Messung der **körperlichen Belastbarkeit**, der **kardio-zirkulatorischen, respiratorischen und kardiorespiratorischen Leistungs-**

**daten** wurden unter der Leitung von Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki und des wissenschaftlichen Mitarbeiters Dr. med. Ralf Peter Schnorr, der MTA Sandra Laux, des Doktoranden Frank Meyer - Köhler und dem Verfasser dieser Arbeit auf einem drehzahlunabhängigen, elektrisch gebremsten Universal - Ergometer »*Ergotest*« (Dynamometerprinzip) der Fa. JAEGER, Würzburg, im Sitzen durchgeführt.

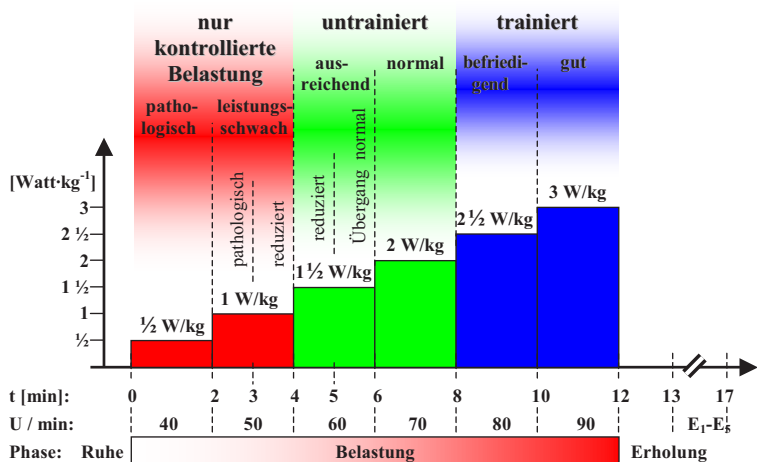
Die erbrachten Leistungen konnten von einer geeichten Skala, mit einen Bereich von **0** bis **500** Watt, permanent kontrolliert werden. Die Trittfrequenzen wurden den ansteigenden Watteinstellungen in **10er** Schritten so angepaßt, dass die jeweils zweiminütigen Wattstufen bei ökonomischen Drehzahlen erbracht werden konnten. Die Frauen wurden vor dem Test über die Art der Belastungsphasen und -steigerungen informiert. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die Frauen angenehme, nichtbehindernde Sportbekleidung trugen und die Sattel- und Lenkerhöhe individuell angepaßt war. Die **Abbildung 17** zeigt den **Meßplatz** zur körperlichen und kardiozirkulatorischen Funktionsdiagnostik in dem **Spiroergometrie - Labor** der Professur für Sportmedizin der **Justus - Liebig - Universität** Gießen.



**Abb. 17:** **Meßplatz** zur körperlichen und kardiozirkulatorischen Funktionsdiagnostik in dem **Spiroergometrie - Labor** der Professur für Sportmedizin der **Justus - Liebig - Universität** Gießen. Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki und Dr. med. Ralf P. Schnorr bei der Blutdruckmessung einer Probandin.

Bei der  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG Methode nach NOWACKI 1974, 1980 beginnen die Frauen mit  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG, bei einer Umdrehungszahl von 40 U · min<sup>-1</sup>. Alle zwei Minuten wird die Belastung um  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG bis zum Erreichen der subjektiven Erschöpfung oder objektiver Abruchkriterien nach HOLLMANN 1963, 1965 und BRINKMANN 1980 (Angina pectoris, stärkere Dyspnoe, subjektive Erschöpfung, auffällige EKG - Veränderungen, abnorme Blutdruckwerte - Entwicklungen, mangelnde Belastungsherzschlagfrequenz - Anstiege) gesteigert. Die Beurteilungskriterien der körperlichen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit nach der  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG Methode nach NOWACKI 1981, MEDAU, NOWACKI 1984, durchgeführt als erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen, sind in der Abbildung 18 dargestellt.

**Beurteilung der Leistungsfähigkeit und des Trainingszustandes in Abhängigkeit von der maximal erreichten Wattstufe bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode nach NOWACKI**



**Abb. 18:** Körpergewichtsbezogenes  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode nach NOWACKI 1974 und Beurteilungskriterien der körperlichen Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit nach NOWACKI 1981, MEDAU, NOWACKI 1984 für den Präventions-, Senioren- (ab 40 J.) und Frauensport.

### 2.3.4 Messgrößen und Messmethoden

Für die Beurteilung der **Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit** der Probandinnen vor und nach dem dreimonatigen Trainingsregime wurden folgende Parameter ermittelt und verglichen:

- ☐ körperliche Leistungsfähigkeit
  - ☐ kardiozirkulatorische Leistungsgrößen
  - ☐ respiratorische Leistungsgrößen
  - ☐ kardiorespiratorische Leistungsgrößen

#### 2.3.4.1 Körperliche Leistungsfähigkeit -

##### Gesamtarbeit, Maximale absolute und relative Wattstufe

Die **physikalische Messung** des Leistungs- / Belastungsvermögen durch eine erschöpfende Fahrradergometrie im Sitzen im Labor hat sich für die Beurteilung der **körperlichen Leistungs- / Belastungsfähigkeit** für gesunde und kranke Menschen beiderlei Geschlechts bewährt (MELLEROWICZ 1979).

Die physikalische Messgröße **Leistung** ist durch den **Quotienten** aus **Arbeit** und **Zeit** definiert und wird in **Watt** (Joule pro Sekunde) gemessen. Als leistungsdiagnostische Parameter der körperlichen Leistungs- / Belastungsfähigkeit haben sich die **maximale absolute Wattstufe**  $W_{\max.}$ , die **maximale relative Wattstufe**  $W_{\text{rel.}}$ , die **Gesamtarbeit**  $W_{\text{ges.}}$ , die **relative Gesamtarbeit**  $W_{\text{ges.rel.}}$  und die **Belastungsdauer** in Minuten und Sekunden international durchgesetzt.

Die **Gesamtarbeit**  $W_{\text{ges.}}$  in Wattminuten ist die Summe der erbrachten Leistungen in Watt, bezogen auf jede Belastungsminute über den gesamten Belastungszeitraum. Sie berechnet sich nach der Formel:

$$W_{\text{ges.}} = \sum (Lx \cdot tx)$$

$Lx$  [Watt];  $tx$  [Minuten]

Das Gießener Modell nach NOWACKI ermöglicht eine optimale Bestimmung der Gesamtarbeit und somit eine gute Differenzierung des Leistungszuwachses der

Frauen, da bei einem Trainingsregime über drei Monate Dauer eine Leistungssteigerung um eine  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG - Belastungsstufe nicht unbedingt zu erwarten ist.

Die **maximale absolute Wattstufe**  $W_{\max}$  [Watt] ist die maximale Leistung, die in der letzten Belastungsstufe gemessen wird. Dabei ist es nicht relevant, wie lange diese Leistungsstufe erbracht wird.

Die **maximale relative Wattstufe**  $W_{\text{rel}}$  [Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG] ist der **Quotient** aus der maximalen absoluten Wattstufe [Watt] und dem Körpergewicht [kg] und stellt im Rahmen der Leistungsdiagnostik eines der bedeutendsten Kriterien dar (KLEMT, ROST 1986, KINDERMANN 1987, NOWACKI 1987).

Die Leistungsbeurteilung mit Hilfe der maximalen relativen Wattstufe setzt voraus, dass die Erschöpfung in einem Zeitraum von 5 bis maximal 12 Minuten erreicht wird (ZHAO 1995).

Die in dieser Studie gewählte  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG **Methode** nach NOWACKI 1974 erfüllt die diesbezüglichen Anforderungen und erlaubt zudem eine Beurteilung des Belastungs- / Leistungszustandes für den Präventions-, Senioren- (ab 40 J.) und Frauensport.

### 2.3.4.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

#### 2.3.4.2.1 Herzschlagfrequenz

Die Herzschlagfrequenz ist ein wichtiger Parameter zur Beurteilung der kardiozirkulatorischen Funktion und deren Leistungszustand (MELLEROWICZ 1956, HOLLMANN 1959, ISRAEL 1968, NOWACKI 1977, RIECKERT 1992).

In dieser Studie wurden bei der  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG **Methode** nach NOWACKI 1974 in den letzten zehn Sekunden jeder Testminute und am Erschöpfungspunkt die Thoraxwandableitungen V4 - V6 nach WILSON des Ergo - EKG ermittelt und mit dem »*Multiscriptor EK 26*« der Firma F. HELBIGE, Freiburg registriert.

### 2.3.4.2.2 Blutdruck

Unter Verwendung eines geeichten **Quecksilbermanometers**, das Standblutdruckgerät **»Erkameter«** der Firma ERKA, wurden die **Blutdruckwerte** RR in mmHg **indirekt** mit der **auskultatorischen** Methode nach RIVA - ROCCI und KOROTKOW ermittelt. Der Blutdruck RR wurde mittels einer 14 cm breiten Blutdruckmanschette und einem Stethoskop am rechten Arm über der A. cubitalis der Probandinnen in Ruhe, am Ende der zweiminütigen Belastungsintervalle sowie am Ende jeder der fünf Erholungsminuten gemessen.

### 2.3.4.3 Respiratorische Leistungsgrößen

#### 2.3.4.3.1 Lungenfunktion - Vitalkapazität

Mit dem Digitalspirometer **»Spirotest«** der Firma DRAEGER, Lübeck wurde eine **Ruhelungenfunktionsprüfung** durchgeführt. Es handelte sich hierbei um eine Pneumotachographie über die forcierte **expiratorische Atemstromstärke**. Bei dieser Funktionsprüfung wurden die **Vitalkapazität VK** und die **1 - Sekunden - Kapazität** (Tiffeneau - Test) ermittelt, um beispielsweise obstruktive und restriktive Ventilationsstörungen zu ermitteln. Die **Vitalkapazität** [ml] setzt sich zusammen aus dem **Atemzugvolumen AZV**, dem **inspiratorischen Reservevolumen IRV** und dem **expiratorischen Reservevolumen ERV** (AHONEN, LATHINEN, SANDSTRØM, POGLIANI, WIRHED 1994).

$$VK = AZV + IRV + ERV$$

Die **1 - Sekunden - Kapazität** [% der VK] ist das unter größter Anstrengung forciert ausgeatmete Atemvolumen, das nach maximaler Inspiration innerhalb **einer** Sekunde ausgeatmet werden kann. In der Regel sollten mindestens **70 bis 80 %** der altersentsprechenden **Soll - Vitalkapazität** ausgeatmet werden können. Bei Frauen sind die Lungenvolumina über **10 %** kleiner als bei den Männern gleichen Alters und gleicher Körpergröße (AHONEN u. Mitarb. 1994).

### 2.3.4.3.2 Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen

Das **Atemzugvolumen AZV** ist die Luftmenge in ml gemessen, die normalerweise ein- bzw. ausgeatmet wird. Da das Atemzugvolumen durch das inspiratorische und expiratorische Reservevolumen bei einer einmaligen Atemaktion differierende Volumina aufweisen könnte, berechnet es sich genauer als **Quotient** aus dem **Atemminutenvolumen AMV** und der **Atemfrequenz AF**. Die ventilatorische Größe **AMV** ist die Menge Luft in ml gemessen, die in einer Minute ventiliert wird und die **AF** umschreibt die Anzahl der Ventilationen pro Minute.

$$AZV = AMV \cdot AF^{-1}$$

Die Ermittlung des **AMV** und der **AF** erfolgte nach dem Pneumotachographenprinzip (NOWACKI 1973, 1975, 1977). Die BTPS - Bedingungen konnten bei den Tests eingehalten werden, da auf dem Weg von der Atemmaske zum Pneumotachographen keine bemerkenswerte Abkühlung der expiratorischen Luft stattfindet, bzw. die Körpertemperatur bei erschöpfenden Leistungen sogar gering über 37° C ansteigt. Die **AF** kann alle 30 Sekunden anhand der Original - »Treppen« - **AMV** - Kurve abgelesen werden.

### 2.3.4.4 Kardiorespiratorische Leistungsgrößen

#### 2.3.4.4.1 Absolute Sauerstoffaufnahme

Die **absolute Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2max}$  [ $l \cdot min^{-1}$ ] ist die vom Blut aus den Lungen aufgenommene Menge Sauerstoff pro Zeiteinheit. Sie ist das Produkt aus dem **Atemminutenvolumen** BTPS, dem prozentualen **Sauerstoffverbrauch** in Vol. % O<sub>2</sub> (nach der Wärmeleitmethode registriert) und dem luftdruckabhängigen Faktor (f) zur Umrechnung von BTPS- auf STPD - Bedingungen.

$$\dot{V}O_{2STPD} = AMV_{BTPS} \cdot O_2 \% \cdot (f)$$

### 2.3.4.4.2 Relative Sauerstoffaufnahme

Die **relative Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2rel.}$  ( $\dot{V}O_{2max.} \cdot kg^{-1}$ ) [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ] errechnet sich aus dem **Quotienten** der **absoluten Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2STPD}$  [ $ml \cdot min^{-1}$ ] und dem **Körpergewicht** [ $kg$ ] der Probandinnen.

$$\dot{V}O_{2rel.} = \dot{V}O_{2STPD} \cdot \text{Körpergewicht}^{-1}$$

Mit Hilfe der Angabe über die relative Sauerstoffaufnahme können Testergebnisse unterschiedlich schwerer Testpersonen direkt verglichen werden.

### 2.3.4.4.3 Sauerstoffpuls

Der **Sauerstoffpuls** ( $\dot{V}O_2 \cdot Hf^{-1}$ ) ist die in der Zeit einer ganzen Herzaktion (Systole und Diastole) aufgenommene Menge Sauerstoff. Die Bestimmung des Sauerstoffpulses erfolgt bei festgelegter Zeit durch den **Quotienten** aus **absoluter Sauerstoffaufnahme** STPD [ $ml \cdot min^{-1}$ ] und der **Herzschlagfrequenz** [ $S \cdot min^{-1}$ ]. Er erlaubt eine Einschätzung der **Ökonomie** und der **Leistungsreserven** des Herzens (REINDELL, KLEPZIG, MUSSHOF 1960).

### 2.3.4.4.4 Atemäquivalent

Die dimensionslose Größe **Atemäquivalent**  $\ddot{A}\ddot{A}$  definiert die Beziehung zwischen der Größe der **O<sub>2</sub> - Aufnahme** und der des **AMV**. Es ist somit der **Quotient** aus dem **AMV<sub>BTPS</sub>** [ $ml \cdot min^{-1}$ ] und der  $\dot{V}O_{2STPD}$  pro Minute [ $ml \cdot min^{-1}$ ] und gibt an, wieviel ml Luft ventiliert werden müssen, um einen ml Sauerstoff aufzunehmen.

$$\ddot{A}\ddot{A} = AMV \cdot \dot{V}O_{2STPD}^{-1}$$

Das  $\ddot{A}\ddot{A}$  stellt zur individuellen Beurteilung der Belastungssituation der Probandinnen bei der Fahrradspiroergometrie einen wichtigen Parameter dar, der



Aussagen über die **Atmungsökonomieverbesserung** - Abfall des  $\dot{V}_{E\ddot{A}}$  - Wertes in Richtung 20 - und das **Erreichen des Erschöpfungspunktes**, d.h.  $\dot{V}_{E\ddot{A}}$  - Werte von 28 bis 30, wie bei sonst normaler Ruheatmung zulässt (MELLEROWICZ, NOWACKI 1961, NOWACKI 1977, DE MARÉE 1987).

### 2.3.4.4.5 Respiratorischer Quotient

Der **Respiratorische Quotient VRQ** definiert das Verhältnis der absoluten **Kohlendioxidausscheidung** [ $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD] zur absoluten **Sauerstoffaufnahme** [ $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD]. Er charakterisiert somit nur das Verhältnis der momentanen Ventilationsverhältnisse für Sauerstoff und Kohlendioxid und wird deshalb als **Ventilations- Respiratorischer Quotient** bezeichnet.

$$\text{V-RQ} = \text{CO}_2 - \text{Abgabe} \cdot \text{O}_2 - \text{Aufnahme}^{-1}$$

Er wird bei dieser Untersuchung vom **Metabolischen Respiratorischen Quotienten**, der Ausdruck der Verbrennungsvorgänge im Stoffwechsel ist, abgegrenzt. Der Ventilations - RQ kann als **objektives Ausbelastungskriterium** verwendet werden, da das Ansteigen des Ventilations - RQ auf einen Wert von 1,0 in der Literatur (NOWACKI 1974, TRÖGER, de CASTRO, NOWACKI 1981) als Erreichen des Erschöpfungspunktes bei maximaler Leistung beurteilt wird.

## 2.4 Trainingsregime

Das Training fand individuell terminiert **ein-** bis **dreimal** pro Woche, an nicht aufeinanderfolgenden Tagen unter Aufsicht des Studienleiters und / oder staatlich geprüften Betreuungspersonals, das zuvor von dem Studienleiter unterrichtet und optimal auf diese Studie vorbereitet worden war, in den Räumlichkeiten des **Privaten Institutes für Gesundheitssport und Sporttherapie PRÄVENTAS® GmbH** in Hannover statt.

Zu Beginn des Trainingsregimes erfolgte bei den ersten Trainingseinheiten eine

individuelle »**Eins - zu - Eins**« **Einweisung** bezüglich der **Trainingsinhalte**, **-abläufe**, **-ziele** und des **Umganges** mit den **Geräten**, so dass eine individuell - optimale Trainingsregimeausführung an den einzelnen Trainingssystemen gewährleistet war.

Bei personenbezogenen Besonderheiten in den Bereichen Trainingsbelastungen und -umfänge, Bewegungsabläufe oder additiven Trainingsinhalten, wurden **Vermerke** auf den **Trainingsprotokollen** und / oder auf den **Stretching - Programmen** (siehe Anhang VIII, IX) dokumentiert, so dass jede betreuende Person den Trainingsablauf optimal leiten konnte.

Die einzelnen **Trainingseinheiten** begannen jeweils mit einer **Aufwärmphase** von **12 Minuten Hügel® - Programm** (2.4.1.1) in einem **personenspezifischen Herzschlagfrequenzbereich** auf einem der Herz - Kreislauf - Ergometriesysteme (2.4.1). Je nach Leistungsstand gab es variierbare Möglichkeiten, diese **12 Minuten** der Aufwärmung zu gestalten. Entweder absolvierten die Probandinnen **12 Minuten** das **Hügel® - Programm** an einem Herz - Kreislaufgerät, oder splitteten die Aufwärmphase in **zweimal 6 Minuten** an **zwei** verschiedenen Ergometern mit dem **Hügel® - Programm** auf.

Im Anschluß daran wurde das **Funktionskräftigungsregime** an den **Life-Circuit® - Stationen** (2.2.5.2 u. 2.4.2) in Form eines **Einsatz - Zirkeltrainings** durchgeführt. Bei jeder der insgesamt **sechs** LifeCircuit® - Übungen wurde immer zuerst der **SET-UP Test** (2.2.5.1) durchgeführt, um die **tagesaktuelle Belastungsfähigkeit** zu ermitteln. Darauf folgte das **LifeCircuit® - Programm** (2.4.2.2) mit insgesamt **12 Übungswiederholungen**. Die **Pausen** zwischen den einzelnen Stationen betrugen durchschnittlich **45 - 60 Sekunden**, die für die Datendokumentierung, den Gerätewechsel und die personenbezogenen Sitzeinstellungen benötigt wurden.

Additiv zu den oben genannten Funktionskräftigungssystemen, reihte sich eine Übung mit **15 Wiederholungen** für den **Gesäßmuskel** (2.4.3) in das Zirkelprogramm mit ein. Nach dem Funktionskräftigungsregime führten die Frauen an den Herz - Kreislauf - Ergometersystemen ein **Ausdauerprogramm** (2.4.4) von **12 bis 24 Minuten** durch. Die Intensität wurde so definiert, dass die individuelle Herzschlagfrequenz in den individuell vorgegebenen Bereichen blieb. Abschließend leiteten die Probandinnen mit Hilfe von **10 bis 15** unterstützenden **Klimm -**

**Zügen** an dem »CYBEX® *Chin Up*«, der Fa. CYBEX®, N.Y., USA (2.4.5), mit dem Ziel, die Wirbelsäule auszuhängen, die Entspannungsphase ein, die mit einem personenbezogenen **Stretching - Programm** (2.4.6) beendet wurde.

Die Frauen der **Gruppe I a** (28- bis 48-jährige Frauen) absolvierten durchschnittlich **1,86 ± 0,75 Trainingseinheiten pro Woche à 71,25 ± 10,61 Minuten** und die 51- bis 59-jährigen Probandinnen der **Gruppe I b** durchschnittlich **1,9 ± 0,77 Einheiten wöchentlich à 72,78 ± 9,05 Minuten**.

Die Teilnehmerinnen der **Gruppe II a** (28 bis 48 J.), die insgesamt **sechs** Monate das Trainingsregime absolvierten, reduzierten ihren **wöchentlichen Trainingsumfang** von durchschnittlich **1,61-mal ± 0,49 à 70,42 ± 10,1 Minuten** in den ersten **drei** Monaten auf **1,35-mal ± 0,38 à 68,75 ± 7,72 Minuten** in den folgenden **drei** Monaten.

Die **Gruppe II b** (59 bis 68 J.) verminderte den Trainingsumfang von anfangs durchschnittlich **1,83-mal ± 0,68 in der Woche à 75,71 ± 1,89 Minuten** auf **1,65-mal ± 0,45 à 75 Minuten**.

### 2.4.1 Herz - Kreislauf - Trainingssysteme

Zur Steigerung bzw. Förderung der **kardiopulmonalen** Ausdauerleistungsfähigkeit der Probandinnen wurden **drei verschiedene** Ergometersysteme zum Einsatz gebracht:

- ☐ LifeCycle® 9500HR oder LifeCycle® 9500R Recumbent HR
- ☐ LifeStep® 9500HR
- ☐ LifeStride® 9500HR

Alle drei Ergometersysteme verfügen über ein **Herzschlagfrequenzkontrollsystem**, das über eine digitale, aus der Satellitentechnologie entlehnte Logistik verfügt, die die jeweils aktuelle Herzschlagfrequenz mit nahezu **100%iger Genauigkeit** ebenso wie die **EKG - Messung** erfasst und im Display anzeigt (RIPPE 1992).

Das **Lifepulse® - System** ermittelt über Sensoren, die den Kontakt zu den Handinnenflächen benötigen, die Herzschlagfrequenz durch die Analysierung des

**elektrischen Potentials**, das durch die **Herzmuskelkontraktion** ausgelöst wird. Der Umfang des elektrischen Impulses ist von Person zu Person unterschiedlich und bewegt sich in der Regel im Bereich von **50 bis 600** Mikrovolt. Die elektrischen Signale, die von anderen Muskelkontraktionen, vom Nervensystem oder anderen Ursprüngen aufgenommen werden, können durch eine Kombination aus **analogen** und **digitalen** technischen Prozessen herausgefiltert werden. Die **Tabelle 5** zeigt die **Variationsmöglichkeiten** der Ergometereinsätze auf.

**Tab. 5:      Variationsmöglichkeiten der Ergometereinsätze beim Rücken - Schutz - Programm**

Trainings- variante	Aufwärmen 12 Minuten	Kraft	Ausdauer I 6-12 Minuten	Ausdauer II 6-12 Minuten
A	LifeCycle®	LifeCircuit®	LifeStep®	LifeStride®
B	LifeStep®		LifeStride®	LifeCycle®
C	LifeStride®		LifeCycle®	LifeStep®

**2.4.1.1      Hügel® - Programm**

Die drei Ergometersysteme setzen die beschriebene Pulsmesstechnologie im Rahmen des in dieser Studie angewendeten **Hügel® - Programmes** ein. Es handelt sich dabei um eine **evaluierte** und **patentierte** Trainingsmethode, die eine **variable Dauermethode** mit einer **intensiven Intervallmethode** kombiniert. Es besteht bei diesem Programm die Möglichkeit, sich für eine Programmdauer von **1 bis 6, 12, 18 oder 24 Minuten** festzulegen, wobei sich der Belastungsverlauf in **vier Phasen** gliedert.

Die **Abbildung 19** zeigt die **vier Phasen** des **LifeFitness - Hügel® - Programms**.

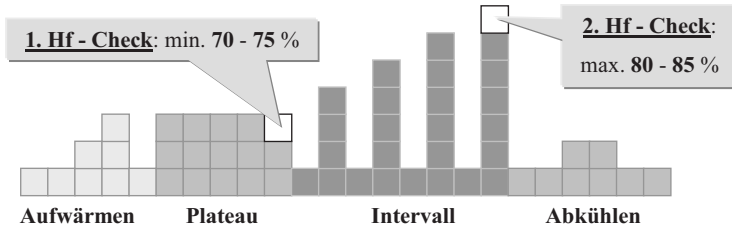


Abb. 19: Die vier Phasen des LifeFitness - Hügel® - Programms.

Bei diesem **Hügel® - Programm** fährt man, am Beispiel des **Fahrradergometers** LifeCycle® 9500 HR die ersten drei Phasen mit **80** Umdrehungen pro Minute. Die in der **Abbildung 19** dargestellten »Hügel« geben Aufschluß über den momentanen Pedalwiderstand.

**Aufwärmphase:** Bei einer kontinuierlich gleichbleibenden Umdrehungszahl von **80 U · min<sup>-1</sup>** erhöht sich der Pedalwiderstand in genau definierten Zeitintervallen. Während dieser Phase wird die Herzschlagfrequenz auf ca. **65 - 70 %** der maximalen theoretischen Herz - Kreislaufleistungsfähigkeit gebracht.

**Plateauphase:** Mit Hilfe des Plateaus, eine Belastungsphase ohne Widerstandsvariationen, soll die Herzschlagfrequenz auf ca. **70 - 75 %** der maximalen theoretischen Herz - Kreislaufleistungsfähigkeit ansteigen. Falls nach dem Plateau bei dem **1. Herzschlagfrequenzcheck** dieses Ziel noch nicht erreicht ist, wird hier das Belastungsniveau manuell erhöht. Es stehen **12 Belastungsniveau - Stufen** zur Verfügung.

**Intervallphase:** Die Intervallphase besteht aus Abschnitten stärkerer und leichterer Pedalwiderstandseinstellungen, wobei die intensiveren Einstellungsphasen von Mal zu Mal eine Steigerung zur vorherigen aufweisen. In den belastungsarmen Phasen kommt es nur zu einer unvollständigen Erholung.

Das Erholungskriterium ist als leichter Herzschlagfrequenzrückgang zu definieren. Direkt nach dem letzten Intervall sollte die Herzschlagfrequenz bis zu **80 - 85 %** der maximalen theoretischen Herz - Kreislaufleistungsfähigkeit angestiegen sein.

**Abkühlphase:** Hier erfolgt durch eine Belastungsreduzierung die Senkung der

Herzschlagfrequenz auf ca. **70 - 75 %** der maximalen theoretischen Herz - Kreislaufleistungsfähigkeit. Der letzte »**Abkühlhügel**« wird mit **100 U · min<sup>-1</sup>** gefahren. Das **Laufbandergometer** LifeStride® 9500HR verwendet als Mittel zur Belastungssteigerung eine Erhöhung des **Neigungswinkels** der Lauffläche, so dass hiermit besonders bei Probanden mit Rücken- oder Gelenkbeschwerden bereits bei **Schrittgeschwindigkeit** die gewünschte Herzschlagfrequenz erreicht wird und somit besonders **schonend** eine Ausdauerbelastung erfolgen kann. Aufgrund der gelenkschonenden Bewegungsart, wird dieses Ergometersystem als ein »**Low - Impact - Gerät**« eingestuft.

Gleiches gilt für das **Treppensteigergometer** LifeStep® 950OHR, das, ähnlich wie das Laufband LifeStride® 950OHR im Vergleich zu dem LifeCycle® 9500HR, mehr Muskelgruppen in das Ausdauertraining mit einbezieht und so einer Trainingslimitierung durch lokale Übersäuerung weniger Muskelgruppen entgegenwirkt (NOWACKI, ALEFELD 1985). Die Charaktere der Belastungsintervalle unterscheiden sich bei dem LifeStep® entweder im Sinne der **Trittfrequenzsteuerung** oder durch unterschiedliche **Pedalwiderstandseinstellungen** bei gleicher Trittfrequenz.

### 2.4.2 Technische und physiologische Aspekte der LifeCircuit®-Krafttrainingssysteme

Die im Abschnitt 2.2.5.2 genannten Krafttrainingssysteme zeichnen sich sowohl durch **trainingsdidaktische**, als auch **trainingsphysiologische** Neuerungen aus. Problematische Kontraindikationen werden mit Hilfe von **SET-UP Tests**, **individuellen Bewegungsamplituden**, **physiologisch** optimierten **Widerstandskurven** und der Gewährleistung einer **zunehmenden Muskelbeanspruchung** ausgeschlossen. Die letzten drei der insgesamt 12 Belastungen sind als **Hilfsphase** definiert, die der Muskelermüdung Rechnung trägt. Des Weiteren kontrollieren diese Geräte die **Trainingsgeschwindigkeit**, so dass optimale Trainingsreize gesetzt und Verletzungen vermieden werden können.

### 2.4.2.1 Bewegungsradius - Funktion und individuell angepaßte Kraftkurve

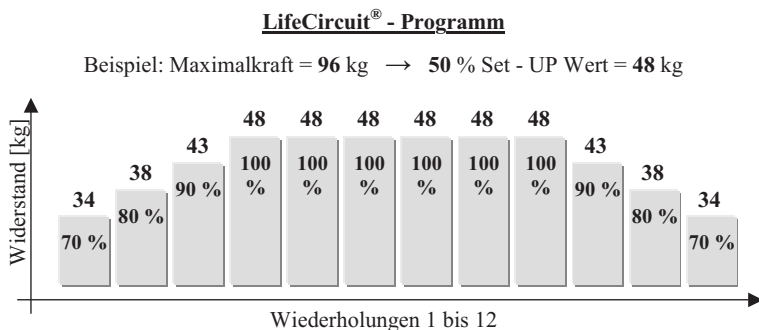
Bei den LifeCircuit® - Krafttrainingsgeräten ist die Erfassung von **limitierten Kontraktionsamplituden** bzw. die **Gradzahl** des **Bewegungsspielraumes** mit Hilfe der **ersten** LifeCircuit® - Programm - Wiederholung möglich. Dies geschieht über **optisch - elektronische Signale** an dem Wechselstrommotor. Mit Hilfe der Computer - Chip - Steuerung wird, im Gegensatz zu mechanischen Kraftgeräten, für **jeden** individuellen Bewegungsradius elektronisch ein **individueller Exzenter- oder Muskelkraftkurvenverlauf** bestimmt.

Somit wird eine **Widerstandsanpassung**, entsprechend des modifizierten Muskelpotentials, innerhalb des individuellen Bewegungsumfanges erreicht. Eine gewünschte Belastungsdosierung ist ferner über ein Tastenfeld auch manuell programmierbar, wobei + / - **Anpassungen** in feindosierbaren Abstufungen von jeweils **1 kg** modifizierbar sind. Dies erlaubt eine schnellstmögliche Anpassung von erforderlichen Belastungsänderungen, ohne dass die Probandinnen die jeweiligen Stationen verlassen oder ummontieren müssen.

### 2.4.2.2 LifeCircuit® - Programm

Das **LifeCircuit® - Programm** zeichnet sich durch die von Wiederholung zu Wiederholung pyramidenhaft zunehmende bzw. abnehmende Muskelbelastung bis zu dem Punkt der **maximalen Kraftentfaltung** aus. Die folgende **Abbildung 20** zeigt ein Widerstandsdiagramm mit auf den SET-UP Wert bezogenen, prozentual berechneten Belastungsgrößen der einzelnen Wiederholungen.

Die vorgegebenen **12 Wiederholungen** setzen sich aus **drei Aufwärmwiederholungen** mit allmählich steigender Intensität, **sechs Plateauwiederholungen** mit konstanten Widerständen und **drei Wiederholungen** der **Hilfsphase** mit **nachlassenden** Belastungen zum Satzabschluß zusammen.



**Abb. 20: LifeCircuit® - Programm** - eingesetzt bei dem **PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm** für untrainierte Frauen mit chronischen Rückenbeschwerden.

Bei der ersten Wiederholung ist eine **70**-prozentige konzentrische SET-UP Wert Belastung definiert. Die **drei** folgenden Wiederholungen werden in **10 %** - Schritten intensiver, bis der gerätespezifische SET-UP Prozentualwert erreicht ist. Nach der neunten Repetition folgt ein Belastungsabfall von jeweils **10 %**.

### 2.4.2.3 Heavy - Negative - Funktion

Die praxisrelevanteste Besonderheit der neuen Gerätegeneration stellt meines Erachtens die in der Literatur (BÜHRLE, SCHMIDTBLEICHER 1981) immer wieder als wünschenswert dargestellte Eigenschaft der Kombination von **konzentrischem**, also positiv dynamischen Krafttraining und negativ dynamischen, sprich **exzentrischem** Training **innerhalb einer** Wiederholung dar.

Die Geräte bieten hierzu die sogenannte »**Heavy - Negative - Funktion**«, die nach Erreichen des **konzentrischen Amplitudenendpunktes**, automatisch eine bis zu **40 %** über der positiv dynamischen Trainingsbelastung liegende **exzentrische Mehrbelastung** vorgeben. Diese Option ermöglicht muskuläre Spannungen, die teilweise im Bereich der **positiv - dynamischen Maximalkraftwerte** liegen.

In der folgenden **Tabelle 6** werden die »**Heavy - Negative**« Prozentsätze und



Beispiele der **konzentrischen** und **exzentrischen** Trainingsbelastungen (4. - 9. Wiederholung) der einzelnen Stationen aufgeführt (LIFECIRCUIT® BENUTZER - HANDBUCH 1990):

**Tab. 6: »Heavy - Negative« Prozentsätze mit gerätespezifischen Beispielen der konzentrischen und exzentrischen Trainingsbelastungen**

LifeCircuit® - Stationen	konzentrisch [kg]	exzentrisch [kg]	Heavy - Negative [%]
Bauchmuskel	28	35	25
Rückenstrecker	32	40	25
Beinstrecker	30	42	40
Beincurl	30	42	40
Rudern sitzen	40	56	40
Lat - Ziehen	44	55	25

### 2.4.3 Gesäßmuskel - Airmachine

In Kombination mit den LifeCircuit® - Trainingsstationen kam ein **luftdruckgesteuertes** Trainingsgerät für die **Gesäßmuskulatur** hinzu. Bei diesem Gerät ist die Belastung in **1 - kg - Schritten manuell** vorzugeben.

In der **Rückenlage** positionieren sich die Probandinnen so, dass das Hüftgelenk auf Höhe der Hebelachse liegt. Die Kniekehlenpolster werden so hoch eingestellt, dass die Unterschenkel horizontal gelagert werden können. Der Haltegurt wird nur bei Ausnahmefällen angelegt (z.B. zu schwache Anfangsleistung, keine Autostabilisation oder sehr hohe Belastungen).

Bei absoluter Rumpfstabilisierung werden alternierend die Hebelarme bis zur Hüftstreckung geführt, ohne dass eine Hyperextension im Hüftgelenk erreicht wird. Das Kniegelenk wird dabei gestreckt und das Sprunggelenk im dorsalflexierten Zustand gehalten. Die Ferse ist bei der Streckung der entfernteste Punkt des Körpers (Abbildung 21).



**Abb. 21:** Probandin der **PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm** Studie für Frauen mit chronischen Rückenbeschwerden auf dem **Gesäßmuskelgerät** von Airmachine.

Die **Trainingsgeschwindigkeit** liegt bei  $30^\circ \cdot s^{-1}$  -  $50^\circ \cdot s^{-1}$ . Die **Trainingsbelastungen** werden grundsätzlich so gewählt, dass die trainierende Frau die korrekte und sichere Körperlage während der **12 - 15 Wiederholungen** beibehalten kann.

Eine Hohlkreuzbildung wird bei der Übungsausführung durch **aktive Körperspannung** vermieden. Die Tagesform oder eine vorzeitige Ermüdung konnte bei diesem System durch eine **variierende Übungswiederholungszahl** oder **sofortige Gewichtsreduzierung** angepaßt werden.

### 2.4.4 Ausdauer - Programm

Ergänzend zu den Funktionskräftigungsübungen, folgte ein **individuelles Herz - Kreislauftraining** an zwei der LifeFitness Herz - Kreislaufergometersystemen LifeCycle® 9500HR, LifeCycle® 9500R Recumbent HR, LifeStep® 9500HR und /

oder LifeStride® 9500HR. Die Intensität lag im Bereich von **70 - 85 %** der maximalen theoretischen Herz - Kreislaufleistungsfähigkeit. Das **Hügel® - Programm** gab auch hier die Belastungsmethode vor. Je nach Leistungsvermögen der Probandinnen wurde die Belastungsdauer mit insgesamt **12** ( $2 \times 6$  min) bis **24** ( $2 \times 12$  min) Minuten definiert. Zwischen den letzten beiden Ergometersystemen wurde **keine erholende Pause** eingelegt. Die folgende **Abbildung 22** zeigt Probandinnen bei ihrem Herz - Kreislauftraining auf den Laufbandergometern LifeStride®.



**Abb. 22:** Probandinnen der **Rücken - Schutz - Programm** Studie in dem *Privaten Institut für Gesundheitssport und Sporttherapie PRÄVENTAS®* auf den Laufbandergometern **LifeStride®**.

### 2.4.5 CYBEX® »Chin Up«

Als einleitende **Relax - Phase**, führten die Probandinnen nach dem Herz - Kreislauftraining **10 bis 15** Klimm - Züge am **CYBEX® »Chin Up«** durch (Abbildung 23). An diesem Gerät ist es möglich, die Intensität so einzustellen, dass die Frauen ihre Wirbelsäule wohldosiert aushängen lassen können. Bei dieser Studie lag die Intention mehr auf »**Aushängen**« als auf »**Klimm - Ziehen**«.



**Abb. 23:** Probandin der **PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm** Studie für Frauen mit chronischen Rückenbeschwerden beim Aushängen am **CYBEX® - »Chin Up«**.

### 2.4.6 Stretching - Programm

Abschließend sorgte ein personenspezifisches **Stretching - Programm** für eine **optimale Einleitung** der **Regenerationsprozesse**. Aus der Vielzahl der unterschiedlichen Dehnmethoden wurde die **sanfte, passive Stretchingmethode**, bei der aus der Ausgangsstellung heraus die anvisierte Muskelgruppe langsam bis zu dem Punkt gedehnt wird, an dem eine deutliche Muskelspannung verzeichnet wird, eingesetzt. In dieser Dehnposition verweilen die Frauen dann **20 bis 30** Sekunden lang und regulierten die jeweiligen Positionen bei der Wahrnehmung eines nachgebenden Spannungsgefühls. Die Dehnübungen wurden zwei- bis dreimal wiederholt.

### 2.5 Kritik der Methodik

Das **Probandinnenkollektiv** mit  $n = 36$  liegt im Bereich einer kleinen Stichprobe. Die Qualität und Repräsentativität dieser Studie liefert dafür ausreichend Merkmale der definierten Grundgesamtheit der erwachsenen Frauen, die für die aufgeführten Fragestellungen wesentlich sind.

Um eine **Tendenzbetrachtung** auf der Basis empirisch gewonnener Ergebnisse zu erhalten, wurden einige Probandinnen unter den standardisierten Bedingungen eines Institutslabors getestet.

Die **Eingangs-** und **Kontrolluntersuchungen**, die auf Basis des Microfit Fitnessprofil Tests durchgeführt wurden, zeichnen sich durch eine **gute Reproduzierbarkeit** und **Objektivität** aus. Eine **optimale Standardisierung** der einzelnen Messmethoden wurde dadurch erreicht, dass alle Messungen von dem Studienleiter vorgenommen wurden.

Da bei der computergesteuerten Microfit - **Blutdruckmessung** nach RIVA - ROCCI und KOROTKOW geringe Messfehler zu erwarten waren, wurden die ermittelten Blutdruckwerte im Text auf jeweils **5 mmHg** auf- bzw. abgerundet. Die Bedingungen bei der Ruhe - Blutdruckmessung und Ruhe - Herzschlagfrequenzmessung können als optimal bezeichnet werden, da die Probandinnen die Räumlichkeiten, die Umstände und den Studienleiter bei vorangestellten Gesprächen kennengelernt hatten, und sie vor der Messung zehn Minuten Beruhigungszeit zur Verfügung hatten. Eine geringe Test - Nervosität konnte bei einigen Teilnehmerinnen dennoch nicht ausgeschaltet werden.

Bei der **Körpergewichtsmessung** war eine optimale Reproduzierbarkeit und Objektivität gegeben, da der Computer die Nulleinstellung der Microfit - Waage vor jeder Messung kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert hat. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die Probandinnen bei jeder Messung den gleichen Textilgewichtsanteil trugen.

Bei der **Hautfaltenmeßmethode** gab es bei den einzelnen Re - Testmessungen an den standardisierten sechs Körperstellen keine groben Differenzen, da bei festgestellten Messwertdifferenzen der Computer den Studienleiter jedesmal aufforderte, die ermittelten Werte nochmals zu überprüfen. Somit gelten die von der Microfit - Software kalkulatorisch ermittelten Körperfett - Prozentwerte als aus-

wertbar, obwohl die Verteilung des Fettgewebes im menschlichen Körper als inhomogen zu bezeichnen ist.

Bei der **Flexibilitätsmessung** war aufgrund der standardisierten Messmethode eine optimale Reproduzierbarkeit und Objektivität gegeben. Bei einer möglichen Beweglichkeitsverbesserung konnte allerdings nicht selektiv beurteilt werden, ob diese Verbesserung dem M. erector spinae, dem M. gluteus maximus, der Mm. ischiocrurales oder dem M. triceps surae zugeschrieben werden kann. Dazu wären zusätzliche Muskelfunktionstestungen nötig gewesen.

Der modifizierte, **submaximale Herz - Kreislauftest** nach ÅSTRAND wurde von dem Microfit - System gesteuert, so dass auch bei diesem Testparameter Standardisierungsbedingungen und die testtheoretischen Anforderungen an Ausdauer tests eingehalten werden konnten. Die ermittelten Werte wurden von der Microfit - Software ausgewertet und graphisch so dargestellt, dass direkte Vergleiche zu vorherigen Tests sichtbar wurden. Trotz der standardisierten Vorgehensweise kann die **nomographische Bestimmung** des **relativen  $\dot{V}O_{2max}$**  nach ÅSTRAND nur als orientierende Messmethodik gewertet werden, da spezifische Faktoren des kardiorespiratorischen Anpassungsprozesses nicht beachtet werden. Als negativ zu bewerten ist, dass ausschließlich die Blutdruckmessungen, die vor dem modifizierten, submaximalen ÅSTRAND - Test und in der fünften Erholungsminute ermittelt werden, gezeigt und gespeichert werden. Während der Leistungsprüfung kontrolliert das Microfit - System die Herzschlagfrequenz und den Blutdruck, ohne die Blutdruckwerte zu speichern oder anzugeben. Steigt der diastolische Blutdruck während der Belastung über **105 mmHg** an, so bricht das System den Herz - Kreislauftest ab und empfiehlt eine ärztliche Kontrolle.

Bei der Bestimmung der **Muskelpotentiale** des M. rectus abdominis und des M. erector spinae per Oberflächen - EMG - Messung, konnten bei der Probandinnen- und Elektrodenpositionierung und der Testübungsausführung optimale Standardbedingungen eingehalten werden. Das Ever - Feedback - System der Firma Ever - med, Augsburg, ermöglichte trotzdem bei der probandenabhängigen Einstimmung der Empfindlichkeitseinstellung [ $\mu V$ ] keine **100-prozentig** definierte Einstellungsmöglichkeit, so dass hier mit Variationen von  $\pm 20 \mu V$  gerechnet werden muß. Das entspricht einer Endergebnis - Abweichung von ca. **4,0 - 5,0 %**.

Somit ist die Allgemeingültigkeit dieser Ergebnisse nicht gegeben und können nur

als tendenzielle Entwicklungswerte gesehen werden.

Die **LifeCircuit®** - **Funktionstest**- und **Kräftigungssysteme** ermittelten bei individuell standardisierten Sitzpositionen mit Hilfe des SET-UP Tests optimale, tagesaktuelle Belastungseinstellungen, die von den Probandinnen eigenverantwortlich ermittelt wurden, so dass in der Anfangsphase bei vielen Frauen die Schmerzgrenze und nicht das Kraftniveau ermittelt wurde. Das wiederum hatte den Vorteil, dass die Motivation der Frauen gehoben wurde, da sie nicht eine abgesprochene Trainingsleistung zu erfüllen hatten, die möglicherweise zu neuen Schmerzzuständen geführt hätte. Ein weiterer Vorteil dieser Test- und Trainingssysteme ist die für andere anwesenden Trainings - Personen nicht erkennbare kg - Einstellungen, so dass die individuelle Leistung nicht zur Schau gestellt wird. Als Nachteil muß bemerkt werden, dass der **Gesäßmuskeltrainer** von der Firma Airmachine nicht über eine Test - Funktion verfügt und auch keine exzentrischen Belastungseinstellungen realisieren kann.

Aufgrund der **Entfernung Hannover - Gießen** und dem damit verbundenen Zeitaufwand konnten nur drei Frauen für die vergleichende sportmedizinische Untersuchung an der Professur für Sportmedizin der Justus - Liebig - Universität Gießen rekrutiert werden. Dieses **kleine Patientenkollektiv** läßt verallgemeinerte Aussagen nicht zu.

Die **Spiroergometrie** ist eine sichere experimentelle Methode, um körperliche, kardiozirkulatorische sowie kardiopulmonale Leistungsfähigkeiten eines Probanden zu ermitteln. Das Gießener Modell nach NOWACKI 1974 zeichnet sich durch Objektivität und Reproduzierbarkeit aus. Allerdings mußten aufgrund der unterschiedlichen Jahreszeiten - vor und nach drei Monate Trainingsregime - bei zwei Untersuchungsterminen abweichende Raumtemperaturen und Luftfeuchtigkeitsbedingungen akzeptiert werden.

Vor jeder spiroergometrischen Leistungsprüfung nach dem Gießener Modell nach NOWACKI mußte eine dreistündige Anreise in Kauf genommen werden, die sich auf die physische und psychische Konditionierung niederschlug. Trotz optimaler Betreuung konnten jedoch nicht alle Frauen ihre Nervosität aufgrund der Vorstarterregung und der ungewohnten Umgebung ablegen.

Bei zwei Leistungsprüfungen wurden in der Vorstartphase RQ - Werte von über **0,9** im Sinne einer extremen Hyperventilation gemessen. Außerdem waren die in Gießen gemessenen Ruhe - Herzschlagfrequenzen und Ruhe - Blutdruckwerte bei einigen Untersuchungen höher als die in Hannover ermittelten.

Des Weiteren sind auch bei den sportmedizinischen Untersuchungen in Gießen leichte Meßfehler bei der Blutdruckmessung nach RIVA ROCCI und KOROTKOW zu erwarten. Deshalb wurden die ermittelten Blutdruckwerte im Text auf jeweils **5 mmHg** auf- bzw. abgerundet. Das Risiko und der Aufwand einer intraarteriellen Blutdruckmessung ist jedoch für diese Studie als zu hoch zu bewerten.

Eine Probandin startete kurz vor der 2. Untersuchung - ohne Absprache - eine Diätmaßnahme, die eine reduzierte Leistungsfähigkeit erkennen ließ.

Mit Ausnahme der oben aufgeführten Kritikpunkte konnten die Standardisierungsvorschläge, wie sie bei der Tagung des Forschungskomitees des ICSPE zur internationalen Standardisierung der Ergometrie während des 16. Weltkongresses für Sportmedizin am 14.06.1966 in Hannover vereinbart wurden, zur ergometrischen Leistungsmessung (MELLEROWICZ, FRANZ 1983) eingehalten werden.

### 2.6 Statistische Beurteilung

Die ermittelten Daten der einzelnen Parameter verstehen sich als **Mittelwerte** (M) der **Einzelwerte** ( $x_i$ ) und der zugehörigen **Standardabweichungen** (s).

$$M = \sum x_i \cdot n^{-1}$$

$$s = \sqrt{(\sum x_i - M)^2 \cdot (n - 1)^{-1}}$$

Für die Beurteilung der spiroergometrischen Ergebnisse, der Microfit - Test Untersuchungsergebnisse und der Kraftniveauanalysen wurden die Signifikanzniveaus mit dem **STUDENTs t - Test** für verbundene (paarige) Stichproben ermittelt, da die Voraussetzung normalverteilter Differenzen erfüllt war.



## 2. Methodik

---

Für den Vergleich der Mittelwerte wurde der **mittlere Fehler** des Mittelwertes ( $S_M$ ), sowie die **Sigmadifferenz** ( $S_d$ ) berechnet. Die Formeln hierfür lauten wie folgt:

$$S_M = \pm \sqrt{s^2 \cdot n^{-1}}$$

und

$$S_d = \pm \sqrt{S_{M1}^2 + S_{M2}^2}$$

Die **Irrtumswahrscheinlichkeit** ( $p$ ) für verbundene (paarige), normalverteilte Stichproben mit einseitiger Fragestellung wurde mit Hilfe der **t - Verteilung** nach STUDENT ( $t$ ), unter Berücksichtigung des **Freiheitsgrades**  $f = n - 1$  ermittelt.

Sie berechnet sich nach folgender Formel:

$$t = (M_1 - M_2) \cdot S_d^{-1}$$

Anhand der ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeiten ergeben sich nach CLAUSS, EBNER 1974 folgende Signifikanzniveaus

$p \leq 0,001$  = weniger als **0,1 %** - hoch signifikant (HS)

$p \leq 0,01$  = weniger als **10,0 %** - sicher signifikant (SS)

$p \leq 0,05$  = weniger als **5,0 %** - signifikant (S)

$p > 0,05$  = mehr als **5,0 %** - nicht signifikant (NS)

Je kleiner die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ), um so evidenter sind die Diskrepanzen.

Mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes **Ensemble 2.0 GeoCalc** wurden die erhobenen Daten statistisch deskriptiv ausgewertet, geordnet und tabellarisch aufgelistet. Grafisch präsentiert wurden die Daten mit Hilfe der Programme von Microsoft Office 97.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Charakterisierung der Probandinnen

##### 3.1.1 Motivation

Anhand der **geringen »drop - out« - Rate** kann man erkennen, dass das **Rücken - Schutz - Programm** eine **positive Wertschätzung** erfahren hat. Von den anfangs **39** Frauen brach **eine** Probandin das Trainingsregime wegen **Wohnungswechsel** ab, **eine** aufgrund **beruflicher Veränderungen** und **eine** Teilnehmerin mußte auf **Anraten** ihres **Hausarztes** das Training beenden, da er der Meinung war, dass ein aktives Gesundheitssport - Programm nichts für sie sei.

Dadurch, dass der **Leistungsgedanke** nicht im Vordergrund dieser Studie und in der Zielsetzung der Probandinnen stand, war das Bestreben nach **Schmerzfreiheit** und **Wohlbefinden** der **Hauptansporn**.

Dieses Ziel konnte mit sehr **individuellen Trainingsterminen**, **tagesaktuellen Belastungseinstellungen** und **qualifizierter, motivierender Betreuung** erreicht werden. Die meisten Frauen kamen aus der unmittelbaren Umgebung und hatten somit keine langen Anfahrtswege zurückzulegen. **Ein Trainingstermin** (inklusive Anfahrt, Umziehen, Duschen und Rückfahrt) nahm im Durchschnitt **2** bis **2 ½ Stunden** in Anspruch.

Die **Zielgruppe** der PRÄVENTAS® - Institute ist als **homogen** zu bezeichnen, so dass für alle Trainierenden eine **angenehme Trainingsatmosphäre** gegeben ist.

##### 3.1.2 Berufliche Belastung

Über **55 %** der Probandinnen gaben an, eine überwiegend **sitzende Tätigkeit** auszuüben. Die **sechs Rentnerinnen** und die **drei Hausfrauen** hatten alltägliche Haushaltsaufgaben zu bewältigen, ohne einen Zeitstress zu empfinden. Nur **sieben** Teilnehmerinnen waren beruflich **körperlich aktiv** gefordert. Das Berufs- bzw. Alltagsleben wurde durch das Trainingsregime, so das allgemeine **»feed back«**, sowohl in bezug auf die **Physis** als auch auf die **psychischen** Einflüsse, **positiv** beeinflusst.

#### 3.1.3 Ernährungsverhalten

Bezogen auf das **Ernährungsverhalten** der Teilnehmerinnen, wurden **6mal »bewußt ausgewogen«**, **16mal »ausgewogen«** und **13mal »unausgewogen«** genannt. **Eine** Frau gab anfangs an, sich **»ungesund«** zu ernähren. Dieses Verhalten änderte sie im Laufe der ersten drei Monaten mit Hilfe einer Ernährungsberatung. Im Gesamtbild ernährten sich die Frauen **zufriedenstellend**.

#### 3.1.4 Nikotinkonsum

Nur **sechs** der **36** Probandinnen gaben an **Nikotin** zu konsumieren, von denen **zwei** Frauen **mehr** und die anderen **vier** Raucherinnen **weniger** als **10** Zigaretten am Tag inhalierten.

#### 3.1.5 Medikation

**Sieben** der **36** Gesundheitssportlerinnen nahmen **Medikamente** ein. **Dreimal** wurden **Antihypertonika** (ein homöopathisches Mittel, einmal Atenolol und einmal Imoprophren), **einmal** ein Medikament gegen **Anämie**, **eine** Nennung bezüglich einer **Schilddrüsenüberfunktion**, **ein** Präparat gegen **Magnesiummangel** (Nahrungsergänzung), und in **einem** Fall Medikamente, die bei der **Parkinson'schen Krankheit** eingesetzt werden, genannt.

### 3.2 Trainingsregime

#### 3.2.1 Trainingsempfehlungen durch den Hausarzt

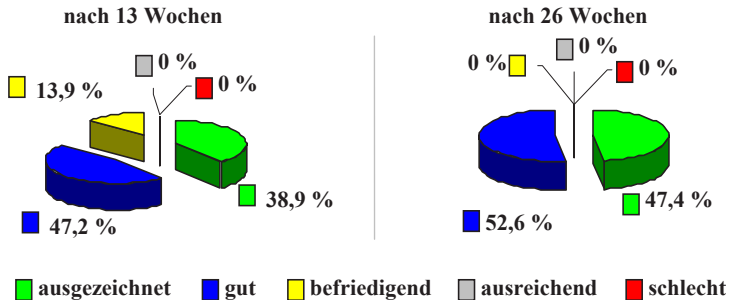
**20** Frauen erwähnten, dass der betreuende Arzt **keine** Empfehlungen bezüglich der vorliegenden **Rückenproblematik** gegeben hat. **Einer** Teilnehmerin wurde sogar eine **aktive** Maßnahme **untersagt**. Die übrigen **15** Probandinnen erfuhren insgesamt **8-mal** **Krankengymnastik**, **viermal** **Wirbelsäulengymnastik**, **zwei-**

mal Schwimmen, einmal Fahrradfahren und siebenmal Gesundheitssport als ärztlichen Rat.

#### 3.2.2 Trainingsorganisation, Trainingsbelastungen, Trainingswirkungen

Die **allgemeine Akzeptanz** des durchgeführten Trainingsregimes in Bezug auf Trainingsorganisation, Trainingsbelastungen und Trainingswirkungen war bei den **36 Frauen** nach **13 Wochen** teilweise **»befriedigend«** (**13,9 %**), zum größten Teil jedoch **»gut«** (**47,2 %**) bis **»ausgezeichnet«** (**38,9 %**). Die **Abbildung 24** die allgemeine Beurteilung des Trainingsregimes.

#### Allgemeine Beurteilung des Trainingsregimes



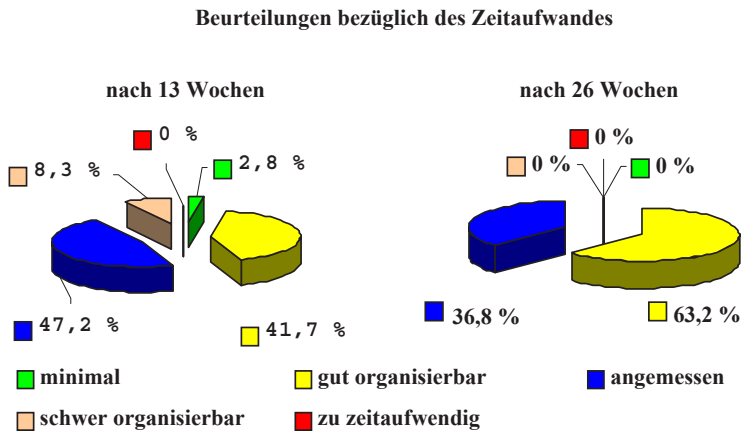
**Abb. 24:** Allgemeine Beurteilungen der Probandinnen bezüglich Trainingsorganisation, Trainingsbelastungen und Trainingswirkungen des PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programmes.

Letztendlich stellte sich nach insgesamt **26 Wochen** eine **sehr positive Akzeptanz** ein. **47,4 %** der Gefragten beurteilten das **Rücken - Schutz - Programm** als **»ausgezeichnet«** und die restlichen **52,6 %** als **»gut«**. Schlechtere Einstufungen wurden **nicht** genannt.

### 3. Ergebnisse

Von den 36 Probandinnen führten 34 Frauen nach den **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime ihr **Rücken - Schutz - Programm** weiterhin fort. **Eine** Frau ist aufgrund eines **Ortswechsels** nach **drei** Monaten ausgeschieden, und **eine** Teilnehmerin gab **zeitliche Probleme** als Grund an, das Programm nach **sechs** Monaten nicht fortsetzen zu können.

Der **Zeitaufwand**, der von den Probandinnen in Relation zum Erfolg bewertet wurde, läßt sich mit der **Abbildung 25** wie folgt dargestellt aufzeigen:



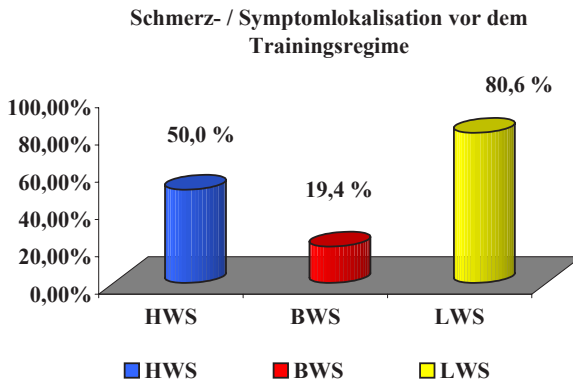
**Abb. 25:** Beurteilungen der Gesundheitssportlerinnen bezüglich des Zeitaufwandes des PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programmes.

Die Mehrzahl der Nennungen liegt im Bereich »*angemessen - gut organisierbar*«. Einmal wurde der Zeitaufwand als »*minimal*« eingestuft. Diese Frau hatte mit 1,1 Trainingseinheiten pro Woche à 75 Minuten eine Beschwerdefreiheit erreicht. Die Frauen, die den Zeitaufwand als »*schwer organisierbar*« beurteilten waren beruflich stark eingespannt bzw. hatten neben der beruflichen Tätigkeit drei Kinder zu versorgen.

## 3.3 Auswirkungen auf die Schmerzsituation

### 3.3.1 Schmerzlokalisierung, Schmerzsymptome

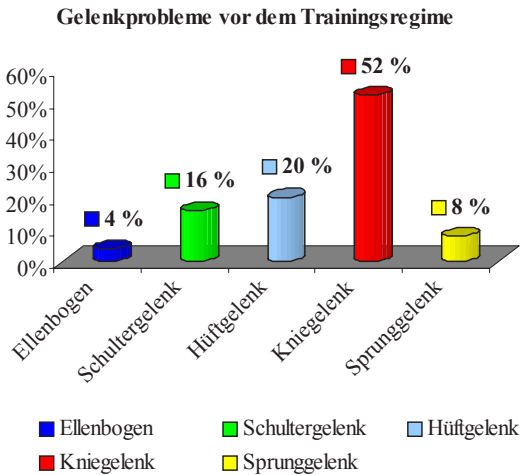
Alle 36 Teilnehmerinnen klagten **vor Aufnahme** des Trainingsregimes über **Rückenprobleme**. Zu Beginn der Studie war die Schmerz- / Symptomlokalisierung wie in der **Abbildung 26** dargestellt verteilt:



**Abb. 26:** Schmerz- / Symptomlokalisierung der 36 Probandinnen vor dem PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm im Wirbelsäulenbereich. Hier waren Mehrfachnennungen möglich.

Bei 16 Frauen wurden **Protrusionen** und bei **sechs** Probandinnen **Bandscheibenvorfälle** diagnostiziert. 14 Frauen (38,9 %) beklagten sich über **HWS** - Verspannungen / -Beschwerden und 24 (66,7 %) verspürten **Ausstrahlungen** bzw. **Parästhesien**, davon waren 9 (25 %) der Gruppe der **Ischialgien** zuzuordnen. Des Weiteren führten 12 Frauen (33,3 %) auf, unter lokalen **Rückenschmerzen** zu leiden und insgesamt wurden 9 **Skoliosen**, ein **Scheuermann**, ein **Bandscheibenriss** und eine starke **Wirbelsäulen - Arthrose** registriert. Weiterhin wurden **fünf Nukleotomien**, die mindestens 1 Jahr zurücklagen, erwähnt.

Neben den aufgeführten Rückendispositionen nahmen insgesamt **18 Frauen** (50 %) das Trainingsprogramm mit Schmerzsymptomen in **Gelenken** auf. Sie gaben insgesamt **25 Beschwerdenennungen** an, von denen **52 %** im Bereich der **Kniegelenke** lokalisiert waren. In der Häufigkeitsliste folgten Schmerzsymptome in den **Hüft-** (20 %) und **Schultergelenken** (16 %). Nur **zwei** Frauen klagten über schmerzhafte **Sprunggelenke** und bei **einer** Frau lautete die Diagnose »Tennisarm«, wobei sie aber das insgesamt typische Schmerzprofil nicht bei dem Übungsprogramm behinderte. Die **Abbildung 27** führt diese Beschwerdeennungen graphisch auf.



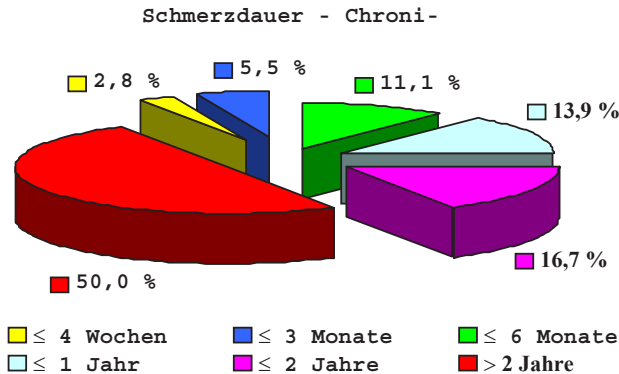
**Abb. 27:** Beschwerdeangaben bezüglich **Gelenkprobleme** der 36 Probandinnen vor dem PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm. Hier waren Mehrfachnennungen möglich.

#### 3.3.2 Schmerzdauer, Zeitpunkt der Schmerzwahrnehmung

**50 %** des Gesamtkollektivs klagten zu Beginn der Studie über eine **Schmerzdauer** von **mehr als 2 Jahren**. Der diesbezügliche **Häufigkeitsgipfel** lag bei den **51 - 68-jährigen** Probandinnen ( $\frac{2}{3}$  der Schmerzdauergruppe: > 2 Jahre).

**60 %** der **28 - 48-jährigen** Frauen definierten ihre Schmerzdauer eher zwischen **6 und 24 Monaten**.

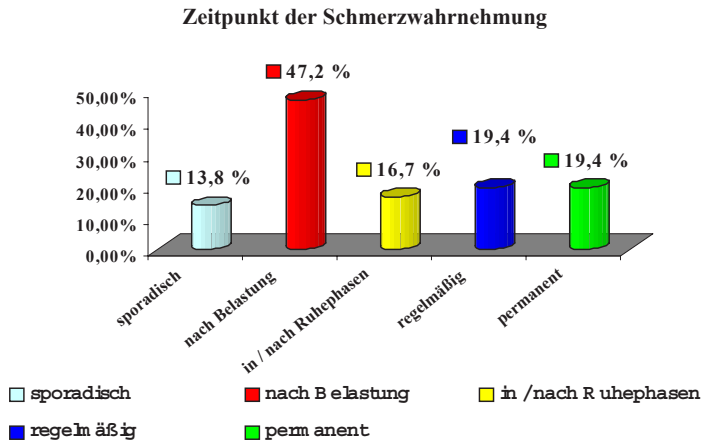
Nur **eine 61-jährige** Frau hatte erst seit kurzer Zeit ( $\leq 4$  Wochen) zum ersten Mal Rückenprobleme (Ischialgie). **Zwei** Frauen verspürten seit ca. **drei** Monaten Rückenschmerzen und sind somit auch noch dem **prächronischen** Bereich zuzuordnen. Bei der Bestimmung des Zeitpunktes, der Schmerz- bzw. Problemwahrnehmung, waren Mehrfachnennungen möglich, da pro Fall mehrere Dispositionen möglich waren. Die **Abbildung 28** zeigt die Zeitspanne seit dem erstmaligen Schmerzauftritts auf.



**Abb. 28:** Zeitspanne seit des erstmaligen Schmerzauftritts bei den 36 Probandinnen vor dem PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm.

Aus der **Abbildung 29** geht hervor, dass der größte Teil der Frauen (**47,2 %**) ihr Rückenproblem **nach** dynamischen oder statischen **Belastungen** wahrnahm, und **19,4 %** **regelmäßige Schmerzperioden** erlebten. Weitere **19,4 %** der Teilnehmerinnen verzeichneten eine **permanente** Schmerzsituation. Bei **13,8 %** der Befragten traten die Schmerzen **sporadisch**, ohne besonderen Anlaß oder der Kenntnis eines solchen, auf. **In** bzw. **nach Ruhephasen** verspürten **16,7 %** der Probandinnen Schmerzen.





**Abb. 29:** Zeitpunkt der Schmerzwahrnehmung bei den 36 Gesundheitssportlerinnen vor dem PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm.

#### 3.3.3 Momentaner Schmerzzustand und Trendangaben

Bei **Aufnahme** des **Rücken - Schutz - Programms** war bei **allen** Frauen der momentane **Rückenschmerz** der **ausschlaggebende Grund**, etwas für den Rücken und gegen die Schmerzen zu unternehmen. **32,4 %** der Teilnehmerinnen verspürten zum Zeitpunkt des Eingangsgespräches einen **permanenten Schmerz** und **29,7 %** hatten **zeitweise Probleme** mit dem Rücken. **Nach Belastungen** meldete sich bei **37,8 %** der Probandinnen der Rücken mit Schmerzen. Bei der gleichen Fragestellung **nach 13 Wochen** verschob sich der Beurteilungsbereich des momentanen Schmerzempfindens von anfangs »**permanent - zeitweise - nach Belastungen**« (rot) in **Richtung »zeitweise - nach Belastungen - leicht - keine«** (blau). Bemerkenswert ist dabei, dass nur noch **13,9 %** der Trainierenden **zeitweise** Rückenschmerzsymptome wahrnahmen und **27,8 %** der Frauen **nach drei Monaten schmerzfrei** waren. **Nach insgesamt 26 Wochen** Trainingsregime konnten **keine** Nennungen in dem Beurteilungsbereich »**permanent - zeitweise - nach Belastungen**« verzeichnet werden. **57,9 %** der zu Beginn dieser Studie

unter Rückenproblemen leidenden Frauen verspürten bei der Abschlußbefragung »leichte« und 42,1 % »keine« (grün) Rückenschmerzen mehr. Das entspricht einer 100 %-igen Erfolgsquote. Die Abbildung 30 zeigt die Schmerzzustands - Entwicklung nach drei und nach insgesamt sechs Monaten PRÄVENTAS® Rücken - Schutz - Programm.

Die anfangs aufgetretenen Probleme während des Trainingsregimes bei 25 % der Probandinnen, von denen zwei Nennungen im Bereich Rückenproblematik und die anderen im Bereich Gelenkproblematik lagen, reduzierten sich zum Ende auf 15,8 % Gelenkdispositionen und 0 % Rückenbeschwerden.

Schmerzzustandsnennungen der Probandinnen

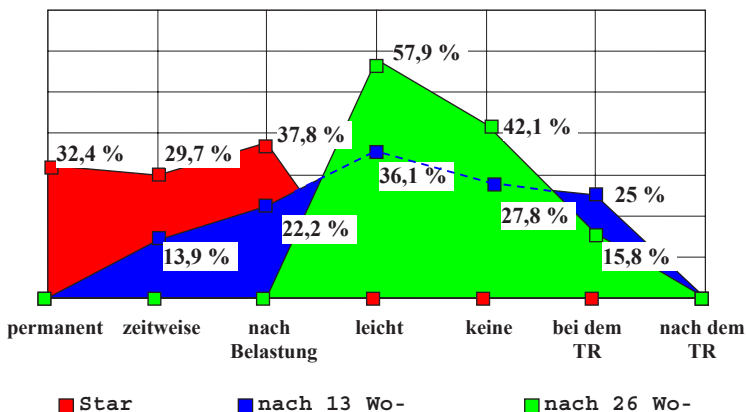


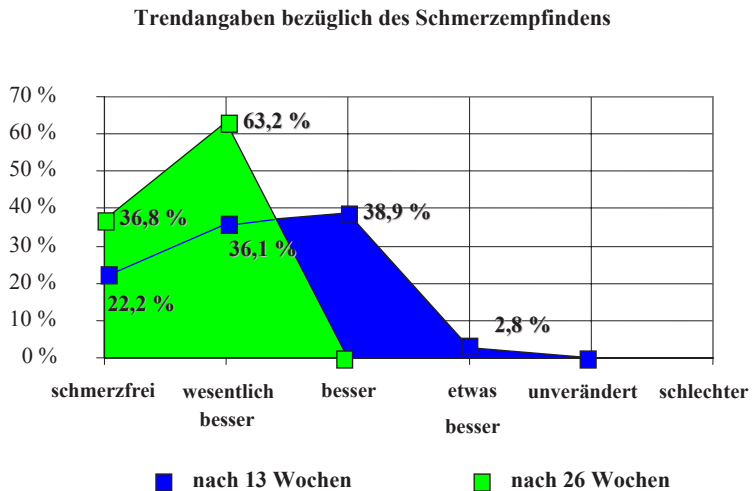
Abb. 30: Schmerzzustand der Probandinnen vor Aufnahme, nach 13 und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm des PRÄVENTAS®. Hier waren Mehrfachnennungen möglich.

Diese Entwicklung wird von der allgemeinen Beurteilung bezüglich des Schmerzempfindens bestätigt. Auch bei dieser Fragestellung verschiebt sich der Beurteilungsbereich nach dem Trainingsregime zum Positiven. Nur eine Frau beurteilte nach 13 Wochen den Erfolg bezüglich des Schmerzempfindens als »etwas besser«.

### 3. Ergebnisse

Die **Majorität** liegt im Bereich **»besser«** mit **38,9 %** und **»wesentlich besser«** mit **36,1 %**. Acht Frauen (**22,2 %**) beurteilten den Erfolg als **»schmerzfrei«** (siehe **Abbildung 31** - blauer Bereich).

Bei der **Abschlußbefragung nach 26 Wochen** äußerten sich **36,8 %** (7 Frauen von 19) **»schmerzfrei«** zu sein und **63,2 %** (12 Probandinnen) **»wesentliche Verbesserungen«** wahrzunehmen (siehe **Abbildung 31**, grüner Bereich). **Keine Nennungen** hingegen wurden im Beurteilungsbereich **»unverändert - schlechter«** dokumentiert. In **keinem** Fall wurde der Beginn des Trainingsregimes als Zeitpunkt für das Auftreten von Beschwerden genannt.



**Abb. 31:** Trendangaben bezüglich des Schmerzempfindens nach 13 und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm der Probandinnen in dem PRÄVENTAS® - Institut in Hannover.

#### 3.4 Auswirkungen auf die anthropometrischen Daten

Die Darstellungen der folgenden Ergebnisse der Untersuchungsperioden mit insgesamt **36** Probandinnen erfolgt, in **vier** Gruppen aufgeteilt, getrennt.

Diese **vier Gruppen** wurden wie folgt unterteilt:

**Gruppe I a:** 28- bis 48-jährige Frauen mit **drei Monaten** Trainingsregime,

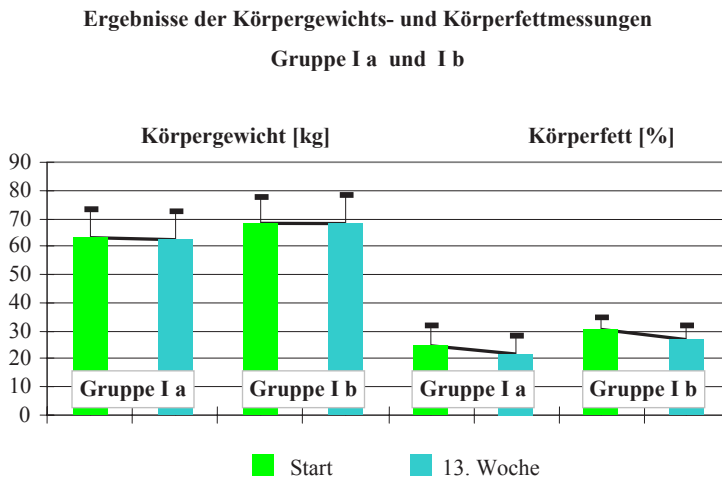
**Gruppe II a:** 28- bis 48-jährige Frauen mit **sechs Monaten** Trainingsregime,

**Gruppe I b:** 51- bis 59-jährige Frauen mit **drei Monaten** Trainingsregime und

**Gruppe II b:** 59- bis 68-jährige Frauen mit **sechs Monaten** Trainingsregime.

Innerhalb der **drei Monate** des Trainingsregimes **reduzierte** die **Gruppe I a** ihr **Körpergewicht KG nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) von **63,0 ± 10,2 kg** um **800 g** auf **62,2 ± 10,2 kg**.

Die **Gruppe I b** **erhöhte** ihr **KG nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) von **68,0 ± 10,0 kg** um **300 g** auf **68,3 ± 10,1 kg**. Parallel hierzu **reduzierten beide Gruppen** ihren Anteil an **Körperfett KF**. Die aufgeführte **Abbildung 32** verdeutlicht diese Entwicklung.



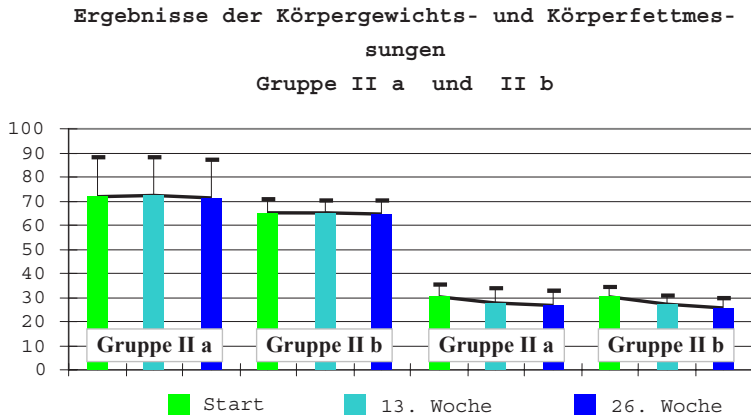
**Abb. 32:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der Körpergewichts- und Körperfettmessungen der Gruppen I a und I b.

### 3. Ergebnisse

Die Frauen der **Gruppe II a** nahmen, ausgehend von **KG = 71,9 ± 16,2 kg** und **KF - Anteil = 30,3 %**, in den ersten **drei Monaten 200 g KG zu**, parallel dazu aber **2,4 % KF - Anteil ab**. In der folgenden Trainingsphase **reduzierten** sie ihr **KG um 1000 g** und ihr **KF - Anteil um 1 %**. Diese Tendenzen sind **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ).

Die Teilnehmerinnen der **Gruppe II b**, die mit einem **KG von 65,1 ± 5,5 kg** und einem **KF - Anteil von 30,4 ± 4,0 %** das Trainingsregime aufnahmen, **dezimierten** ihre anthropometrischen Daten bis zu dem Re - Test **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) auf **KG = 64,9 ± 5,4 kg** bzw. **KF - Anteil = 27,0 ± 3,6 %**.

Bei der **Abschluß - Untersuchung** wurde eine **nicht signifikante** ( $p > 0,05$ ) **Körpergewichtsreduzierung** von **300 g** auf **64,6 ± 5,5 kg** ermittelt. Der Mittelwert des **KF - Anteils** lag bei der gleichen Messung bei **25,6 ± 4,0 %**. Diese in der **Abbildung 33** aufgeführte **Körperfettreduzierung** nach **sechs Monaten** Trainingsregime kann als **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) eingestuft werden.



**Abb. 33:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1\text{ s}$ ) der Körpergewichts- und Körperfettmessungen der Gruppen II a und II b vor Aufnahme, nach 13 und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm in dem PRÄVENTAS® - Institut in Hannover.

## 3.5 Auswirkungen auf das muskuläre Funktionssystem

Zu den Ergebnissen der **muskulären Funktionstests** zählen einerseits die erhobenen Daten der **Oberflächen - EMG** Untersuchungen bezüglich der M. rectus abdominis - Analyse und M. erector spinae - Analyse, die **Leistungsdaten** der **LifeCircuit® - Stationen**, als auch die Werte der **Flexibilitätstestungen**.

### 3.5.1 Relative Aktionspotentiale, Oberflächen - EMG

#### M. rectus abdominis, des M. erector spinae

Die Erhebungen der **Muskelpotentiale**  $P_{\text{spinae}}$  für die **Rückenstrecker-** und  $P_{\text{abdom.}}$  für die **Bauchmuskulatur** werden im Vergleich zueinander und nach Gruppen getrennt in der **Tabelle 7** und **Tabelle 8** bzw. in der **Abbildung 34** und **Abbildung 35** aufgeführt. Die Angaben sind als **relative Muskelpotentiale** [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] zu verstehen, da die gemessenen  $\mu\text{V}$  - Potentiale auf das jeweilige Körpergewicht bezogen wurden. Das ermöglicht einen direkten Datenvergleich unterschiedlich schwerer Frauen innerhalb der Gruppen.

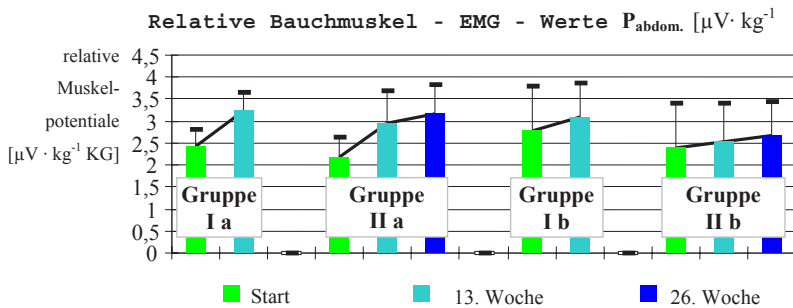
In der **Tabelle 7** und der **Abbildung 34** erkennt man eine parallele, **sicher signifikante** ( $p \leq 0,01$ ) Entwicklung der **Bauchmuskelpotentiale**  $P_{\text{abdom.}}$  der **Gruppe I a** (+ 33,9 %) und **II a** (+ 36,4 %) in den **ersten drei Monaten**.

Die **lumbalen Rückenstrecker** dieser beiden Gruppen (Tabelle 8) entwickelten ihr Potential zeitgleich **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **32,6 %** (Gruppe I a) und um **19,0 %** (Gruppe II a).

In der **Gruppe II a** kam es in den folgenden **drei Monaten** zu einer weiteren **Verbesserung** um **7,1 %** bei der **abdominalen Muskulatur**, was im Vergleich zu den Ausgangswerten eine **hoch signifikante** ( $p \leq 0,001$ ) Veränderung bedeutet. Um weitere **10,1 %** steigerten sie ihre **spinalen Erektoren** (Tabelle 8). Diese Steigerung kann als **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) bewertet werden.

**Tab. 7: Relative Bauchmuskelpotentiale  $P_{\text{abdom.}}$  [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Bauchmuskelpotentiale $P_{\text{abdom.}}$ [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ]								
	Start		nach 13 Wochen			nach 26 Wochen		
	M	s	M	s	[%]	M	s	[%]
<b>I a - Bauch</b>	2,42	0,38	3,24	0,40	<b>33,9</b>			
<b>II a - Bauch</b>	2,17	0,48	2,96	0,72	<b>36,4</b>	3,17	0,67	<b>7,1</b>
<b>I b - Bauch</b>	2,76	1,03	3,09	0,78	<b>12,0</b>			
<b>II b - Bauch</b>	2,40	1,00	2,54	0,86	<b>5,8</b>	2,68	0,78	<b>5,5</b>



**Abb. 34: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 \text{ s}$ ) der relativen Bauchmuskel - EMG - Werte  $P_{\text{abdom.}}$  [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] der Gruppen I a, II a, I b und II b.**

Die 51- bis 59-jährigen Frauen (**Gruppe I b**) steigerten ihre Bauchmuskelpotentiale um **12,0 %** und ihre **Rückenstreckerpotentiale** im Lumbalbereich um **17,6 %**.

Die 59- bis 68-jährigen Frauen (**Gruppe II b**) verbesserten ihre **Bauchmuskelpotentiale** in den ersten **drei** Monaten um **5,8 %** und in den folgenden **drei** Monaten um nochmals **5,5 %**.

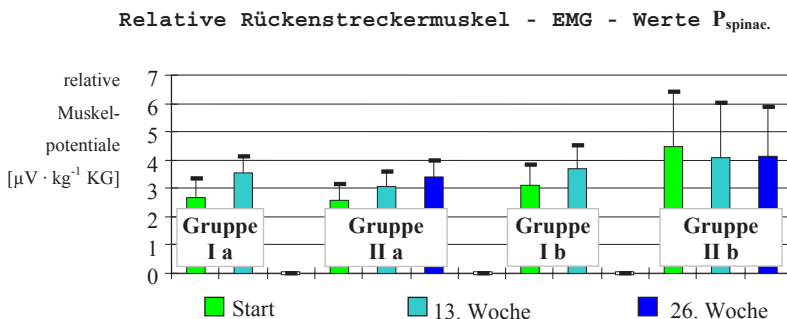
Die **Muskelpotentialsteigerungen** der **Gruppen I b** und **II b** können sowohl für die **abdominalen Muskulatur** als auch für die **Erektoren der Rückenmuskulatur** als **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) beurteilt werden.

**Tab. 8: Relative Rückenstreckermuskelpotentiale  $P_{\text{spinae}}$  [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Rückenstreckermuskelpotentiale $P_{\text{spinae}}$ [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ]								
	Start		nach 13 Wochen			nach 26 Wochen		
	M	s	M	s	[%]	M	s	[%]
<b>I a - Rücken</b>	2,67	0,67	3,54	0,61	<b>32,6</b>			
<b>II a - Rücken</b>	2,58	0,57	3,07	0,55	<b>19,0</b>	3,38	0,61	<b>10,1</b>
<b>I b - Rücken</b>	3,13	0,71	3,68	0,83	<b>17,6</b>			
<b>II b - Rücken</b>	4,45	1,95	4,10	1,92	<b>-7,9</b>	4,15	1,72	<b>1,2</b>

Bemerkenswert ist die Leistungskurve der lumbalen **Rückenstreckerpotentiale** der Gruppe **II b**. Sie weist bei dem Eingangs - Test höhere Werte auf als bei der Nachfolgeuntersuchung. Die **Verminderung** beträgt **7,9 %**. Der darauffolgende prozentuale Anstieg bezieht sich auf **1,2 %**. **Signifikante Unterschiede** zwischen den Gruppen **I a**, **II a**, **I b** und **II b** konnten **nicht** festgestellt werden.

Aufgrund der anfangs hohen relativen **Rückenstrecker**mittelwerte  $P_{\text{spinae}}$  [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] der Gruppe **II b** können hier **signifikante Differenzen** ( $p \leq 0,05$ ) zu den relativen **Bauchmuskelpotential**mittelwerten  $P_{\text{abdom.}}$ , die anfangs um **2,05  $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$**  schwächer waren als bei dem Re - Test, ausgemacht werden. Die **Abbildungen 34** und **35** veranschaulichen die oben aufgeführten Daten.



**Abb. 35: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 \text{ s}$ ) der relativen Rückenstreckermuskel - EMG - Werte  $P_{\text{spinae}}$  [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] der Gruppen I a, II a, I b und II b.**



#### 3.5.2 Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel

Die relativen **Leistungsentwicklungen** an dem **LifeCircuit® - Bauchmuskel** **TB<sub>rel.</sub>** [ $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$ ] weisen bei den **Gruppen I a** und **II a** Parallelen zu den EMG - Bauchmuskelpotentialentwicklungen auf. Bei der **Gruppe I a** ist eine **parallele Entwicklung** bei dem Vergleich der prozentualen, körperrgewicht-bezogenen Verbesserung an dem LifeCircuit® - **Bauchmuskel** (+ 33,3 %) und der **EMG** - Untersuchung (+ 33,9 %) gegeben. Sie liegt nach **13** Wochen Trainingsregime **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **0,1  $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$**  höher.

Die Frauen der **Gruppe II a** entwickelten in der ersten Untersuchungsperiode ihre relative Leistung **TB<sub>rel.</sub>** an dem **LifeCircuit® - Bauchmuskel** nach **9** Wochen **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) und nach **13** Wochen **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ). In der zweiten Trainingsperiode folgte eine Steigerung um weitere **5,3 %**.

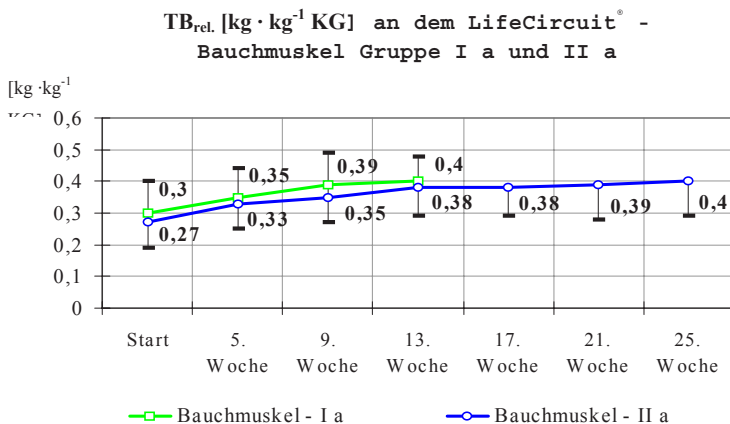
Bei den **51-** bis **68-jährigen** Teilnehmerinnen der **Gruppe I b** und **II b** weisen die relativen Muskelpotentialverbesserungen **P<sub>abdom.</sub>** keine vergleichbaren Steigerungsraten mit den Fortschritten an dem LifeCircuit® - **Bauchmuskel**. Die Trainingsergebnisse an diesem Gerät der **Gruppe I b** lassen nach **9** Wochen **sicher signifikante** ( $p \leq 0,01$ ) Verbesserungen erkennen. Die Teilnehmerinnen der **Gruppe II b** erreichten nach gleicher Trainingsdauer **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Zunahmen.

Die erhaltenden Leistungskurven der **vier** Gruppen zeigen vergleichbare Verläufe auf. Die deutlichsten Verbesserungsraten verzeichneten die Frauen in den ersten **9** bis **13** Wochen. Die Unterschiede sind als **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) bis **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) zu bewerten.

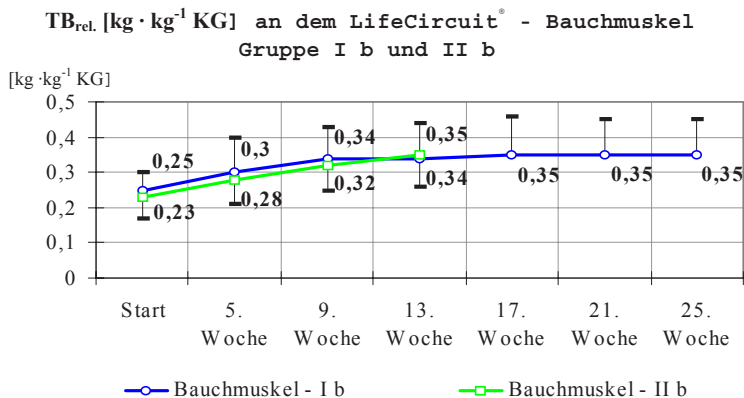
Die **jüngeren** Frauen waren anfangs im Durchschnitt um **18,8 %**, nach **13** Wochen noch um **13,0 %** und letztendlich nach **25** Wochen um **14,3 %** am **LifeCircuit® - Bauchmuskel stärker** als die **51-** bis **68-jährigen**.

Die **Tabelle 9** führt die erhobenen Daten der **vier** Gruppen auf.

Die **Abbildungen 36** und **37** geben die aufgeführten Entwicklungen graphisch wieder.



**Abb. 36:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel der Gruppen I a und II a.



**Abb. 37:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel der Gruppen I b und II b.

**Tab. 9: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Gruppe	Start	5.Wo.	9.Wo.	13.Wo.	[%]	17.Wo.	21.Wo.	25.Wo.	[%]
<b>I a</b>	0,30	0,35	0,39	0,40	<b>33,3</b>				
s	0,10	0,09	0,10	0,08					
<b>II a</b>	0,27	0,33	0,35	0,38	<b>40,7</b>	0,38	0,39	0,40	<b>5,3</b>
s	0,08	0,08	0,08	0,09		0,09	0,11	0,11	
<b>I b</b>	0,23	0,28	0,32	0,35	<b>52,2</b>				
s	0,06	0,07	0,07	0,09					
<b>II b</b>	0,25	0,30	0,34	0,34	<b>36,0</b>	0,35	0,35	0,35	<b>2,9</b>
s	0,05	0,10	0,09	0,10		0,11	0,10	0,10	

### 3.5.3 Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Rückenstrecker

Die relativen dynamischen Kraftwerte an dem **LifeCircuit® - Rückenstrecker** zeigen bei der **Gruppe I a** vergleichbare Werte zu den Entwicklungen an dem LifeCircuit® - Bauchmuskel auf. Die Frauen dieser Gruppe steigerten ihr Kraftniveau **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) um **36,7 %**.

Im Vergleich dazu, verzeichneten die übrigen **drei** Gruppen deutlichere Progressionen. Nach **13** Wochen Gesundheitssport - Programm legte die **Gruppe II a** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **44,4 %**, die **Gruppe I b** **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **53,9 %** und die **Gruppe II b** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **50,0 %** relative Leistung zu.

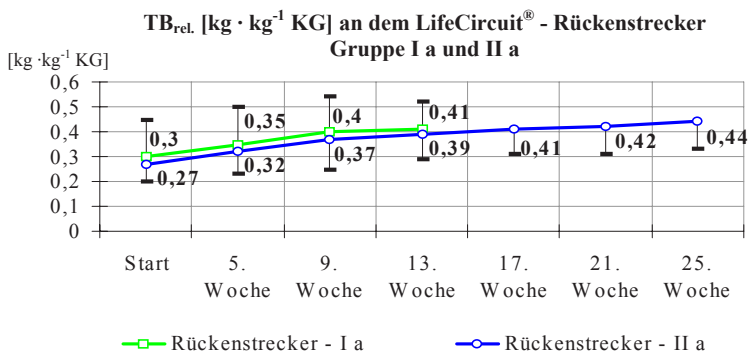
In der zweiten Trainingsperiode konnte bei den Teilnehmerinnen der **Gruppe II a** ein Zuwachs von weiteren **12,8 %** und bei den Frauen der **Gruppe II b** von zuzüglichen **5,6 %** dokumentiert werden.

In der **Tabelle 10** sind die **Mittelwerte (M)** und die **Standardabweichungen** ( $\pm 1$  s) der relativen **Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$**  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] der einzelnen Gruppen an dem **LifeCircuit® - Rückenstrecker** aufgelistet.

**Tab. 10: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit<sup>®</sup> - Rückenstrecker der Gruppen I a, II a, I b und II b**

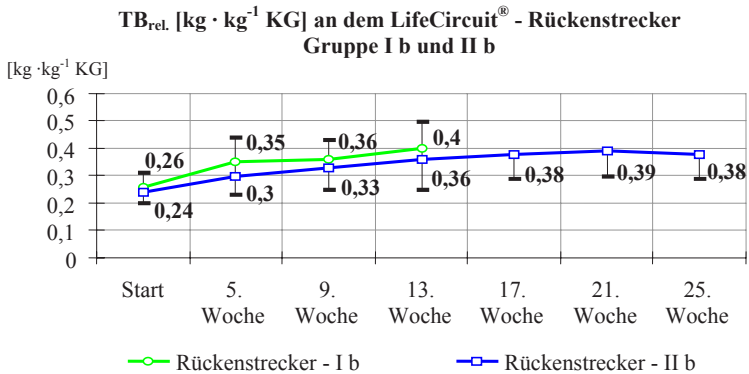
Gruppe	Start	5.Wo.	9.Wo.	13.Wo.	[%]	17.Wo.	21.Wo.	25.Wo.	[%]
<b>I a</b>	0,30	0,35	0,40	0,41	<b>36,7</b>				
s	0,15	0,15	0,14	0,11					
<b>II a</b>	0,27	0,32	0,37	0,39	<b>44,4</b>	0,41	0,42	0,44	<b>12,8</b>
s	0,07	0,09	0,12	0,10		0,10	0,11	0,11	
<b>I b</b>	0,26	0,35	0,36	0,40	<b>53,9</b>				
s	0,05	0,09	0,07	0,10					
<b>II b</b>	0,24	0,30	0,33	0,36	<b>50,0</b>	0,38	0,39	0,38	<b>5,6</b>
s	0,04	0,07	0,08	0,09		0,09	0,09	0,09	

Graphisch präsentiert, erkennt man bei dem **LifeCircuit<sup>®</sup> - Rückenstrecker** vergleichbare Entwicklungskurven (**Abbildung 38** und **Abbildung 39**). Ebenfalls ist die **Kraftniveaubesserung** in den ersten 9 bis 13 Wochen am deutlichsten.



**Abb. 38: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit<sup>®</sup> - Rückenstrecker der Gruppen I a und II a.**

Auffällig ist die Leistungskurve der **Gruppe I b** in der **Abbildung 39**, die einen Leistungsknick in der 9. Woche aufzeigt.



**Abb. 39:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel.} [kg \cdot kg^{-1} KG]$  an dem LifeCircuit® - Rückenstrecker der Gruppen I b und II b.

### 3.5.4 Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Beinstrecker

Die relativen dynamischen Kraftniveauewerte  $TB_{rel.} [kg \cdot kg^{-1} KG]$  der **Kniegelenksstrecker**, der **Gruppen I a, II a und I b**, zeigen komparable Zuwachsraten. Die Frauen erhöhten ihre relativen **Leistungen signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **25,9 %** (I a) bzw. **28,0 %** (II a) und **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **25,0 %** (I b).

Die Probandinnen der **Gruppe II a** legten in der zweiten Trainingsperiode nochmals **12,5 %** zu, was einer **sicher signifikanten** ( $p \leq 0,01$ ) Zunahme zum Ausgangswert gleichkommt.

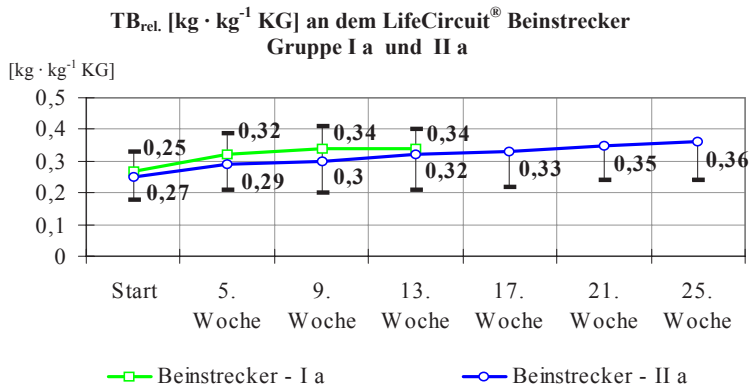
Die Teilnehmerinnen der **Gruppe II b** hatten anfangs die niedrigsten Kraftniveauewerte, glichen diesen Rückstand aber in den ersten drei Monaten mit einer **signifikanten** ( $p \leq 0,05$ ) Verbesserung um **43,5 %** aus. Nach der ersten Trainingsperiode bewegten die Frauen an LifeCircuit® - Beinstrecker durchschnittlich ein Drittel ihres Körpergewichtes KG.

Sie hielten dieses Niveau auch über die letzten drei Monate des Trainingsregimes. In der **Tabelle 11** sind die **Mittelwerte (M)** und die **Standardabweichungen ( $\pm 1$  s)** der relativen **Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$**  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] der einzelnen Gruppen an dem **LifeCircuit® - Beinstrecker** aufgelistet.

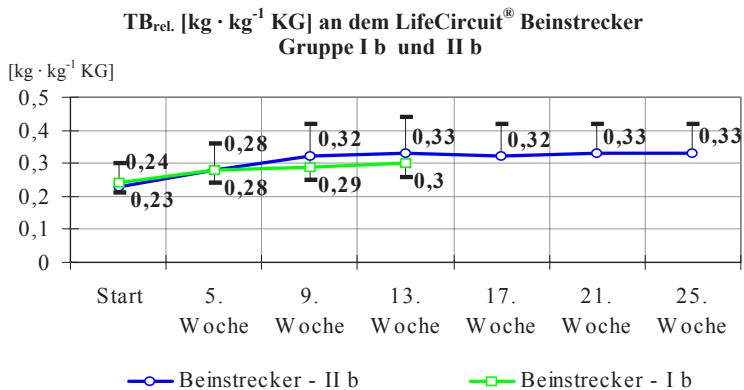
**Tab. 11: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit® - Beinstrecker der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Gruppe	Start	5.Wo.	9.Wo.	13.Wo.	[%]	17.Wo.	21.Wo.	25.Wo.	[%]
<b>I a</b>	0,27	0,32	0,34	0,34	<b>25,9</b>				
s	0,06	0,07	0,07	0,06					
<b>II a</b>	0,25	0,29	0,30	0,32	<b>28,0</b>	0,33	0,35	0,36	<b>12,5</b>
s	0,07	0,08	0,10	0,11		0,11	0,11	0,12	
<b>I b</b>	0,24	0,28	0,29	0,30	<b>25,0</b>				
s	0,03	0,04	0,04	0,04					
<b>II b</b>	0,23	0,28	0,32	0,33	<b>43,5</b>	0,32	0,33	0,33	<b>0,0</b>
s	0,07	0,08	0,10	0,11		0,10	0,09	0,09	

Die **Abbildungen 40** und **41** zeigen die **Mittelwerte (M)** und **Standardabweichungen ( $\pm 1$  s)** der **relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$**  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ], die an dem **LifeCircuit® - Beinstrecker** von den Gruppen **I a**, **II a**, **I b** und **II b** erzielt wurden, als Entwicklungskurven.



**Abb. 40:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Beinstrecker der Gruppen I a und II a.



**Abb. 41:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Beinstrecker der Gruppen I b und II b.

### 3.5.5 Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Beincurl

Die relativen **Leistungsentwicklungen** [ $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] der **Beinbeuger** der vier Gruppen zeigen vergleichbare Tendenzen. Während sich die **Gruppe I a** im **vorderen** Oberschenkelbereich um **25,9 %** steigerte, wuchs das relative Kraftniveau der antagonistischen Beinbeuger **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **28,0 %**.

Die **Gruppe II a** verzeichnete nach **drei** Monaten Werte, die **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **30,8 %** höher lagen (Beinstrecker: + 28,0 %), und die **Gruppe I b** verbesserte sich, im Vergleich zu den Beinstreckern (+ 25,0 %), an dem **LifeCircuit® - Beincurl** sicher **signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **26,1 %** (Tabelle 12).

**Tab. 12: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $\text{TB}_{\text{rel}}$  [ $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] an dem LifeCircuit® - Beincurl der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Gruppe	Start	5.Wo.	9.Wo.	13.Wo.	[%]	17.Wo.	21.Wo.	25.Wo.	[%]
<b>I a</b>	0,25	0,31	0,32	0,32	28,0				
s	0,07	0,08	0,08	0,06					
<b>II a</b>	0,26	0,28	0,31	0,34	30,8	0,35	0,36	0,36	5,9
s	0,07	0,08	0,09	0,09		0,08	0,09	0,09	
<b>I b</b>	0,23	0,27	0,28	0,29	26,1				
s	0,02	0,04	0,04	0,04					
<b>II b</b>	0,21	0,24	0,29	0,31	47,6	0,30	0,30	0,30	-3,2
s	0,04	0,07	0,09	0,10		0,11	0,10	0,10	

Bemerkenswert ist auch hier die Entwicklung der Mittelwerte der Gruppe **II b**. An diesem Trainingssystem starteten die Frauen mit einem geringen Kraftniveau und holten den Rückstand, besonders zwischen der **5. und 9. Woche** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) auf. Vergleichbar zu den Werten, die an dem **LifeCircuit® - Bein-strecker** erzielt wurden, verzeichneten die Frauen dieser Gruppe nach **drei** Monaten Kraftniveauwerte, die um **47,6 %** höher lagen als die Startwerte.

Die **51- bis 59-jährigen** Frauen, die anfangs stärker waren und enorme Zuwachsraten in den ersten **5 Wochen** aufwiesen, wurden im mittleren Abschnitt der ersten Untersuchungsperiode von den **59- bis 68-jährigen** Frauen übertroffen.

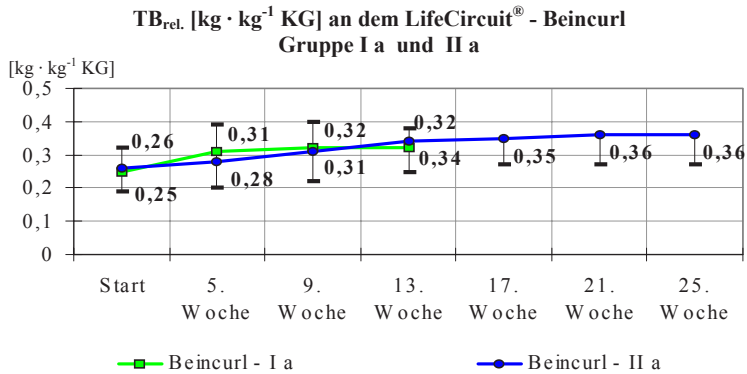


### 3. Ergebnisse

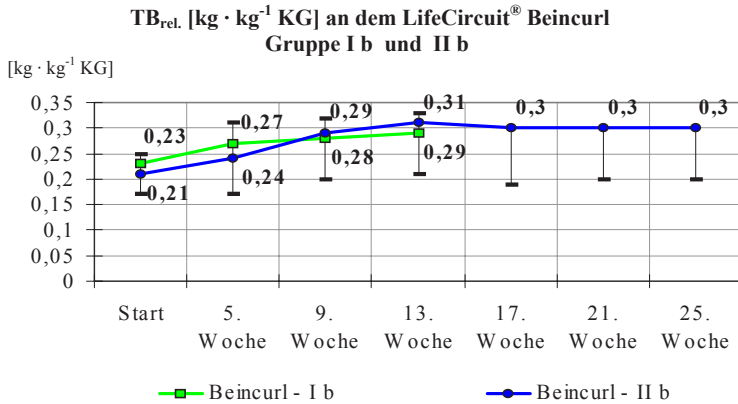
Dafür konnten diese aber in der zweiten Trainingsperiode, im Vergleich zu der **sicher signifikanten** ( $p \leq 0,01$ ) Steigerung zu den Ausgangswerten der **Gruppe II a**, keinen weiteren Zuwachs verzeichnen. Sie **reduzierten** die Trainingsbelastung um **3,2 %** auf **30,0 %** des KG.

Analog zu den **relativen Leistungsentwicklungen** an dem **LifeCircuit® - Bein-strecker** liegen auch bei dem **LifeCircuit® - Beincurl** die **relativen Kraftniveauewerte** bei ca.  $\frac{1}{3}$  des KG.

Die **Abbildungen 42** und **43** zeigen die Kraftniveauentwicklungen an dem **Life-Circuit® Beincurl** graphisch.



**Abb. 42:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der **relativen Leistungsentwicklungen** TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem **LifeCircuit® - Beincurl** der Gruppen **I a** und **II a**.



**Abb. 43:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Beincurl der Gruppen I b und II b.

#### 3.5.6 Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen

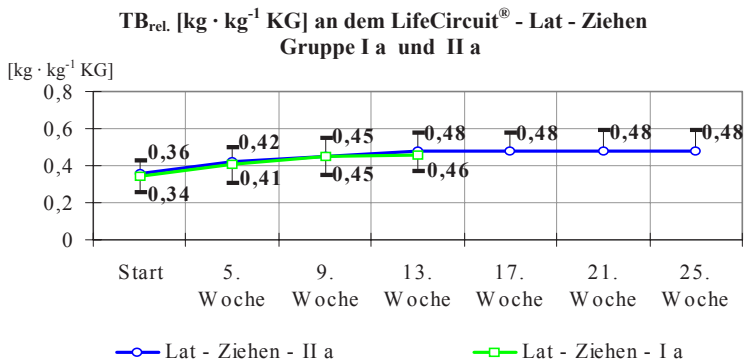
Bei dieser Übung konnten die **älteren Frauen** der Gruppen **I b** und **II b** **sicher signifikante** ( $p \leq 0,01$ ) um **41,9 %** bzw. **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) um **44,1 %** Kraftzunahmen erfahren. Die Frauen der **Gruppen I a** und **II a** steigerten sich **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **35,3 %** bzw. **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **33,3 %**. Die **28- bis 48-jährigen** Probandinnen, die über zwei Untersuchungsperioden das Trainingsregime absolviert haben, hielten in den letzten drei Monaten ihr **Kraftniveau** von **48,0 %** des **KG**.

Im Vergleich dazu verbesserten sich die Frauen der **Gruppe II b** nochmals **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) auf insgesamt **54,0 %** des **KG**.

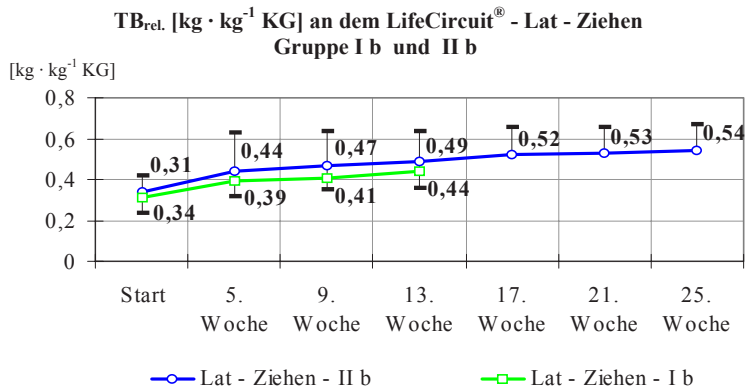
Die **Tabelle 13** und die **Abbildungen 44** und **45** geben diese Entwicklungen wieder.

**Tab. 13: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel.}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit<sup>®</sup> - Lat - Ziehen der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Gruppe	Start	5.Wo.	9.Wo.	13.Wo.	[%]	17.Wo.	21.Wo.	25.Wo.	[%]
<b>I a</b>	0,34	0,41	0,45	0,46	<b>35,3</b>				
s	0,08	0,10	0,10	0,09					
<b>II a</b>	0,36	0,42	0,45	0,48	<b>33,3</b>	0,48	0,48	0,48	<b>0,0</b>
s	0,07	0,08	0,10	0,10		0,10	0,11	0,11	
<b>I b</b>	0,31	0,39	0,41	0,44	<b>41,9</b>				
s	0,07	0,07	0,06	0,08					
<b>II b</b>	0,34	0,44	0,47	0,49	<b>44,1</b>	0,52	0,53	0,54	<b>10,2</b>
s	0,08	0,19	0,17	0,15		0,14	0,13	0,13	



**Abb. 44: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel.}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit<sup>®</sup> - Lat - Ziehen der Gruppen I a und II a.**



**Abb. 45:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen der Gruppen I b und II b.

#### 3.5.7 Relative Leistungsentwicklungen an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Leistungen [kg · kg<sup>-1</sup> KG], die die Frauen an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend erzielten, lassen analoge Tendenzen zu den Entwicklungen, die an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen registriert wurden, erkennen.

Die Teilnehmerinnen der Gruppe I a starteten mit einer Belastung, die 35,0 % des KG entsprach (Lat - Ziehen: 34,0 %), verbesserten sich **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um 31,4 % auf 46,0 % des KG (Lat - Ziehen: 46,0 %).

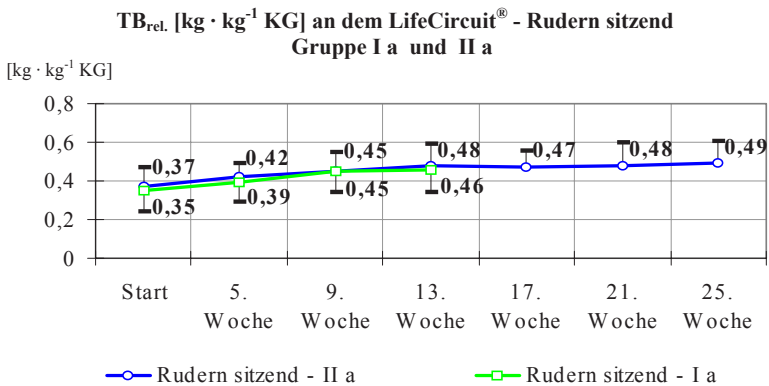
Die Gruppe II a begann mit einer Trainingsintensität von 37,0 % des KG (Lat - Ziehen: 36,0 %). Sie steigerte sich im ersten Trainingsabschnitt **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um 29,7 % auf 48,0 % des KG (Lat - Ziehen: 48,0 %) und im zweiten Abschnitt nochmals um 2,1 % auf 49,0 % des KG (Lat - Ziehen: 48,0 %).

Die Tabelle 14 zeigt diese Daten auf.

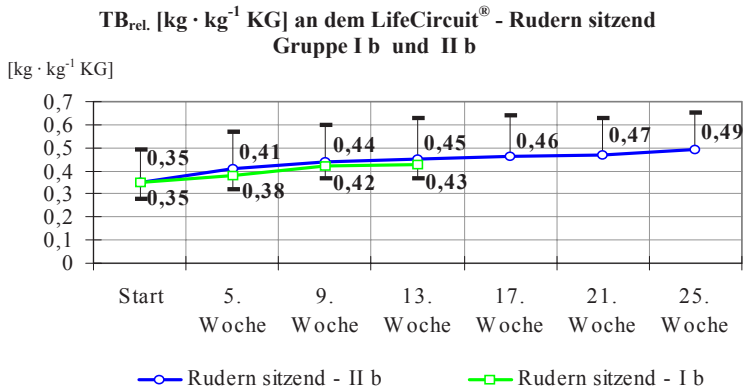
**Tab. 14: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend der Gruppen I a, II a, I b und II b**

Gruppe	Start	5.Wo.	9.Wo.	13.Wo.	[%]	17.Wo.	21.Wo.	25.Wo.	[%]
<b>I a</b>	0,35	0,39	0,45	0,46	<b>31,4</b>				
s	0,11	0,10	0,11	0,12					
<b>II a</b>	0,37	0,42	0,45	0,48	<b>29,7</b>	0,47	0,48	0,49	<b>2,1</b>
s	0,10	0,07	0,10	0,11		0,09	0,12	0,12	
<b>I b</b>	0,35	0,38	0,42	0,43	<b>22,9</b>				
s	0,07	0,06	0,05	0,06					
<b>II b</b>	0,35	0,41	0,44	0,45	<b>28,8</b>	0,46	0,47	0,49	<b>8,9</b>
s	0,14	0,16	0,16	0,18		0,18	0,16	0,16	

Die folgenden **Abbildungen 46** und **47** verdeutlichen diese Entwicklungen.



**Abb. 46: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen  $TB_{rel}$  [ $kg \cdot kg^{-1} KG$ ] an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend der Gruppen I a und II a.**



**Abb. 47:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der relativen Leistungsentwicklungen TB<sub>rel.</sub> [kg · kg<sup>-1</sup> KG] an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend der Gruppen I b und II b.

Die Frauen der **Gruppe I b** waren an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend mit einer Belastung von **35,0 %** des **KG** anfangs stärker, als an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen, wo sie mit **31,0 %** des **KG** das Training aufnahmen. Die relativen Kraftniveauewerte nach drei Monate Trainingsregime erhöhten sich **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) auf **43,0 %** des **KG** an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend zu **44,0 %** des **KG** an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen.

Die **Gruppe II b** konnte ihre relativen Leistungen an dem LifeCircuit® - Rudern sitzend nicht so evident steigern (von 35,0 % über 45,0 %, bis hin zu 49,0 % des KG), wie es an dem LifeCircuit® - Lat - Ziehen (von 34,0 % über 49,0 % bis letztendlich 54,0 % des KG) ermittelt werden konnte.

Auffällig ist, daß die **Standardabweichungen** der **Gruppe I b** sehr gering und die der **Gruppe II b** deutlicher sind. Das hatte zur Folge, daß bei der letztgenannten **keine signifikanten** Verbesserungen verzeichnet werden konnten.

### 3.5.8 Flexibilität

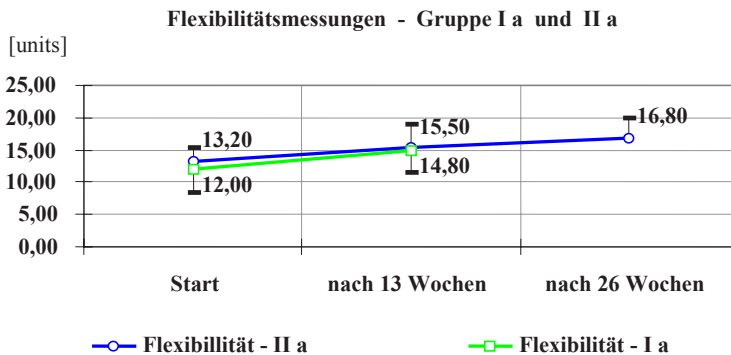
Die Messwerte der **Flexibilitätstestung** des **M. triceps surae**, der **Mm. ischio-crurales**, des **M. gluteus maximus** und des **M. erector spinae** werden als **ganzzahlige Einheiten FLEX** [units] angegeben. Eine Einheit auf der **Flexometerskala** entspricht einer Distanz von **1,9 cm**. Je größer die ganzzahlige Einheit ist, desto gedehnter ist die **dorsale Muskelkette**.

Die Frauen der **Gruppe I a** nahmen ihr Trainingsregime mit einer durchschnittlichen **Gelenkbeweglichkeit** von **12,0 units** und die Frauen der **Gruppe II a** mit einer Dehnfähigkeit von **13,2 units** auf. Innerhalb von **drei Monaten** verbesserten sich die Teilnehmerinnen der **Gruppe I a** um **2,8 units** (+ 23,3 %) **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) auf **14,8 units** und die Probandinnen der **Gruppe II a** um **2,3 units** (+ 17,4 %) **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) auf **15,5 units**. Nach **weiteren drei Monaten Rücken - Schutz - Programm** steigerte sich die **Gruppe II a** um nochmals **1,3 units** (+ 8,4 %) auf **16,8 units**. Diese **Gelenkbeweglichkeitszunahme** ist im Vergleich zu den Ausgangsmittelwerten als **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) anzusehen.

Die folgende **Tabelle 15** und die **Abbildung 48** veranschaulichen die **Flexibilitätsverbesserungen** der **Gruppe I a** und **II a**.

**Tab. 15: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Flexibilitätseentwicklungen FLEX [units] an dem Flexometer der Gruppen I a und II a - vor, nach drei und nach sechs Monaten Trainingsregime**

Gruppe	Start	3 Monate	[%]	6 Monate	[%]
<b>I a</b>	<b>12,0</b>	<b>14,8</b>	<b>+ 23,3</b>		
s	3,5	3,2			
<b>II a</b>	<b>13,2</b>	<b>15,5</b>	<b>+ 17,4</b>	<b>16,8</b>	<b>+ 8,4</b>
s	3,3	3,4		3,1	



**Abb. 48:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Flexibilitätsmessungen FLEX [units]- Gruppe I a und II a - vor, nach drei und nach sechs Monaten Rücken - Schutz - Programm.

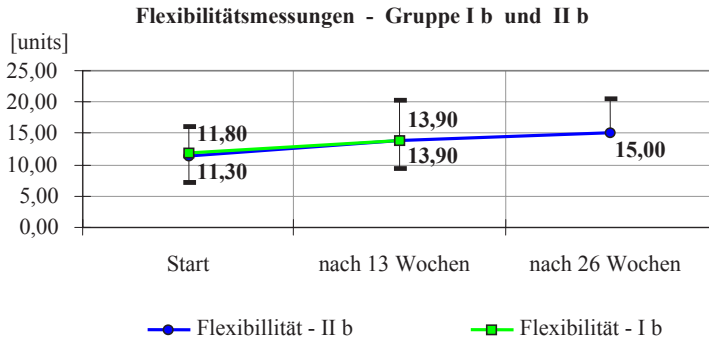
Die Flexibilitätsverbesserungen der Gruppe I b und II b wird in der Tabelle 16 und der Abbildung 49 dargestellt.

**Tab. 16:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Flexibilitätsentwicklungen FLEX [units] an dem Flexometer der Gruppen I b und II b - vor und nach drei Monaten Trainingsregime.

Gruppe	Start	3 Monate	[%]	6 Monate	[%]
I b	11,8	13,9	+ 17,8		
s	4,5	4,5			
II b	11,3	13,9	+ 23,0	15,0	+ 7,9
s	4,9	6,3		5,6	

Trotz der erkennbaren Verbesserungen um 17,8 % der Gruppe I b und 23,0 % in den ersten drei Monaten und weiteren 7,9 % in den folgenden drei Monaten der Gruppe II b müssen die aufgezeigten Tendenzen und als nicht signifikant ( $p \geq 0,05$ ) beurteilt werden.





**Abb. 49:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der Flexibilitätsmessungen FLEX [units] - Gruppe I b und II b - vor, nach drei und nach sechs Monaten Rücken - Schutz - Programm.

## 3.6 Auswirkungen auf das kardiopulmonale Funktionssystem

### 3.6.1 Blutdruck und Herzschlagfrequenz in Ruhe

Die erkennbaren Ruhe - Blutdruckwerteregressionen der **Gruppe I a**, von anfangs **130  $\pm$  20** zu **80  $\pm$  10 mmHg** auf **120  $\pm$  20** zu **75  $\pm$  10 mmHg** nach **drei Monaten** Gesundheitssportprogramm, sind **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ).

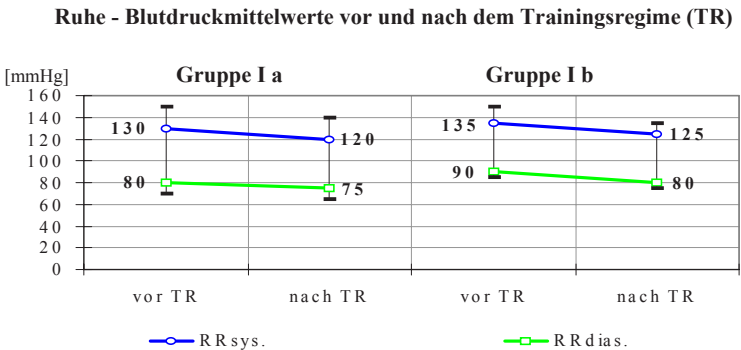
Die **Gruppe I b** reduzierte die systolischen und diastolischen Ruhe - Blutdruckmittelwerte von **135  $\pm$  15** zu **90  $\pm$  5 mmHg** auf **125  $\pm$  10** zu **80  $\pm$  5 mmHg**. Obwohl die **systolischen** Ruhe - Blutdruckentwicklungen dieser Gruppe **keine signifikanten** Senkungen erkennen lassen, sind die **diastolischen** Ruhe - Blutdruckwerte der Kontrolluntersuchung **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) niedriger als die Eingangswerte. Ferner sind die **diastolischen** Ruhe - Blutdruckwerte der **jüngeren Frauengruppe**, die bei der Eingangsuntersuchung ermittelt wurden, mit **80  $\pm$  10 mmHg** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) **niedriger**, als die der **51- bis 59-jährigen** Frauen, die mit **90  $\pm$  5 mmHg** ihr Trainingsprogramm aufnahmen.

Die **Tabelle 17** zeigt diese Werte auf.

**Tab. 17: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Ruhe - Blutdruckmessungen  $RR_R$  [mmHg] der Gruppe I a und I b - vor und nach dem dreimonatigen Trainingsregime**

Zeitpunkt	Gruppe I a		Gruppe I b	
	$RR_{Rsys.}$ [mmHg]	$RR_{Rdias.}$ [mmHg]	$RR_{Rsys.}$ [mmHg]	$RR_{Rdias.}$ [mmHg]
vor TR	130 $\pm$ 20	80 $\pm$ 10	135 $\pm$ 15	90 $\pm$ 5
nach TR	120 $\pm$ 20	75 $\pm$ 10	125 $\pm$ 10	80 $\pm$ 5

Die folgende **Abbildung 50** zeigt die Entwicklung der **systolischen und diastolischen Ruhe - Blutdruckmittelwerte** und die **Standardabweichungen der Gruppe I** vor und nach dem dreimonatigen **Rücken - Schutz - Programm**.



**Abb. 50: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Ruhe - Blutdruckmessungen  $RR_R$  [mmHg] der Gruppe I a und I b - vor und nach dem dreimonatigen Rücken - Schutz - Programm.**

Die systolischen und diastolischen **Ruhe - Blutdruckmittelwerte** und **Standardabweichungen** der **Gruppe II a** und **II b**, die **vor, nach drei** und nach insgesamt **sechs Monaten** Trainingsregime untersucht wurden, werden in der folgenden **Tabelle 18** aufgezeigt.

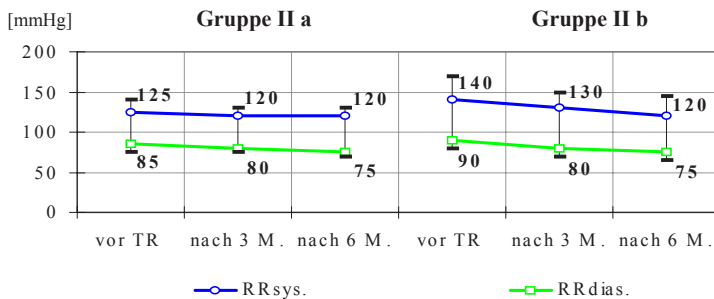
**Tab. 18: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Ruhe - Blutdruckmessungen  $RR_R$  [mmHg] der Gruppe II a und II b - vor, nach drei und nach sechs Monaten Trainingsregime.**

Zeitpunkt	Gruppe II a		Gruppe II b	
	$RR_{Rsys.}$ [mmHg]	$RR_{Rdias.}$ [mmHg]	$RR_{Rsys.}$ [mmHg]	$RR_{Rdias.}$ [mmHg]
vor TR	125 $\pm$ 15	85 $\pm$ 10	140 $\pm$ 30	90 $\pm$ 10
nach 3 M.	120 $\pm$ 10	80 $\pm$ 5	130 $\pm$ 20	80 $\pm$ 10
nach 6 M.	120 $\pm$ 10	75 $\pm$ 5	120 $\pm$ 25	75 $\pm$ 10

Beide Gruppen wiesen erst nach sechs Monaten Trainingsregime **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Veränderungen des **Ruhe - Blutdruckverhaltens** auf. Die Frauen der **Gruppe II a** reduzierten den **diastolischen Ruhe - Blutdruckmittelwert** von **85  $\pm$  10 mmHg** **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) auf **75  $\pm$  5 mmHg**.

Vergleichend dazu starteten die **59- bis 68-jährigen** Frauen mit einem **diastolischen Ruhe - Blutdruckmittelwert** von **90  $\pm$  10 mmHg** und verbesserten sich bis zur Abschlußuntersuchung nach **sechs Monaten signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) auf **75  $\pm$  10 mmHg**. Die ermittelten **systolischen Ruhe - Blutdruckmittelwerte** lassen **keine signifikanten** ( $p \geq 0,05$ ) Veränderungen erkennen. Zusammengefaßt ergibt sich für die **Gruppe II a** und **II b** folgende Graphik:

**Ruhe - Blutdruckmittelwerte vor und nach dem Trainingsregime (TR)**



**Abb. 51: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Ruhe - Blutdruckmessungen  $RR_R$  [mmHg] der Gruppe II a und II b - vor, nach drei und nach sechs Monaten Rücken - Schutz - Programm.**

Bei einem **Gruppenvergleich** erkennt man bezüglich der **Ruhe - Blutdruckwerte**  $RR_R$  [mmHg] weder zu Beginn, noch nach drei und auch nach sechs Monate **keine signifikanten** ( $p \geq 0,05$ ) Unterschiede.

Die **Ruhe - Herzschlagfrequenzmittelwerte**  $Hf_R$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] der **Gruppe I a** und der **Gruppe I b** zeigen bei einer gruppenvergleichenden und bei der gruppeninternen Betrachtung nach der dreimonatigen Untersuchungsphase **keine signifikanten** Veränderungen. Die **Tabelle 19** zeigt diese Entwicklungen der **Gruppe I** auf.

**Tab. 19: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Ruhe - Herzschlagfrequenzmessungen  $Hf_R$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] der Gruppe I a und I b - vor und nach dem dreimonatigen Trainingsregime**

Zeitpunkt	Gruppe I a - $Hf_R$ [ $S \cdot \min^{-1}$ ]	Gruppe I b - $Hf_R$ [ $S \cdot \min^{-1}$ ]
vor TR	74 $\pm$ 10	72 $\pm$ 8
nach TR	70 $\pm$ 8	70 $\pm$ 6

Nach insgesamt zwei Untersuchungsperioden hatten die **28- bis 48-jährigen** Frauen der **Gruppe II a** ihre **Ruhe - Herzschlagfrequenz** von **82  $\pm$  14  $S \cdot \min^{-1}$**  **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) auf **73  $\pm$  10  $S \cdot \min^{-1}$**  **reduziert**.

Die **älteren** Frauen verringerten bis zur Abschlußuntersuchung nach sechs Monaten Trainingsregime ihre Herzschlagfrequenz um **4  $S \cdot \min^{-1}$** . Diese Entwicklung kann aufgrund der stärkeren Streuung als **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) bewertet werden.

Auch der Vergleich der beiden Gruppen zeigt **keine signifikanten** ( $p \geq 0,05$ ) Unterschiede auf. In der nachstehenden **Tabelle 20** sind die **Ruhe - Herzschlagfrequenzmittelwerte**  $Hf_R$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] der **Gruppe II a** und **II b** dargestellt.

**Tab. 20: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Ruhe - Herzschlagfrequenzmessungen der Gruppe II a und II b - vor, nach drei und nach sechs Monate Trainingsregime**

Zeitpunkt	Gruppe II a - $Hf_R$ [ $S \cdot min^{-1}$ ]	Gruppe II b - $Hf_R$ [ $S \cdot min^{-1}$ ]
vor TR	82 $\pm$ 14	77 $\pm$ 7
nach 3 M.	77 $\pm$ 11	73 $\pm$ 6
nach 6 M.	73 $\pm$ 10	73 $\pm$ 5

### 3.6.2 Maximale relative Sauerstoffaufnahme

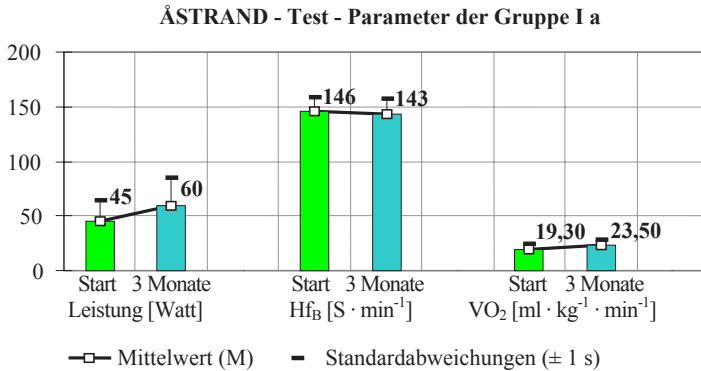
Die Bewertungsparameter der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme rel.  $VO_2$**  [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  STPD] der **Gruppen I** und **II**, die mit Hilfe des modifizierten, submaximalen **ÅSTRAND - Ergometertests** und des **ÅSTRAND-Nomogramms**, aufgrund der ermittelten **Leistung** [Watt] und der **Belastungs - Herzschlagfrequenz  $Hf_B$**  [ $S \cdot min^{-1}$ ] von dem **Microfit - System** ermittelt wurde, sind in den **Tabellen 21** und **22** aufgeführt und mit den Balkendiagrammen der **Abbildungen 52** und **53** graphisch dargestellt.

**Tab. 21: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Leistung [Watt], der Belastungs - Herzschlagfrequenz  $Hf_B$  [ $S \cdot min^{-1}$ ] und der maximal relativen Sauerstoffaufnahme rel.  $VO_2$  [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  STPD] der Gruppen I a und II a**

Zeitpunkt	Gruppe I a			Gruppe II a		
	Leistung	$Hf_B$	rel. $VO_2$	Leistung	$Hf_B$	rel. $VO_2$
vor TR	45 $\pm$ 20	146 $\pm$ 6	19,3 $\pm$ 5,0	45 $\pm$ 20	145 $\pm$ 11	17,7 $\pm$ 4,2
nach 3 M.	60 $\pm$ 25	143 $\pm$ 15	23,5 $\pm$ 4,6	60 $\pm$ 15	141 $\pm$ 10	23,0 $\pm$ 4,8
nach 6 M.				65 $\pm$ 15	139 $\pm$ 9	24,8 $\pm$ 4,6

Die Frauen der **Gruppe I a** konnten ihre **Leistungen** in den ersten drei Monaten **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) um **33 %** von **45  $\pm$  20 Watt** auf **60  $\pm$  25 Watt**, bei einer **Reduzierung** der **Belastungsherzschlagfrequenzen  $Hf_B$**  um ca. **3 Schläge**

pro Minute, steigern. Die **maximale relative Sauerstoffaufnahme rel.  $\text{VO}_2$**  konnte um **22 %** von  **$19,3 \pm 5,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD** auf  **$23,5 \pm 4,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD** verbessert werden. Der Anstieg von  **$4,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD** ist aber **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ).



**Abb. 52:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 \text{ s}$ ) der **Leistung** [Watt], der **Belastungs - Herzschlagfrequenz  $\text{Hf}_B$**  [ $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$ ] und der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme rel.  $\text{VO}_2$**  [ $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD] der **Gruppe I a**.

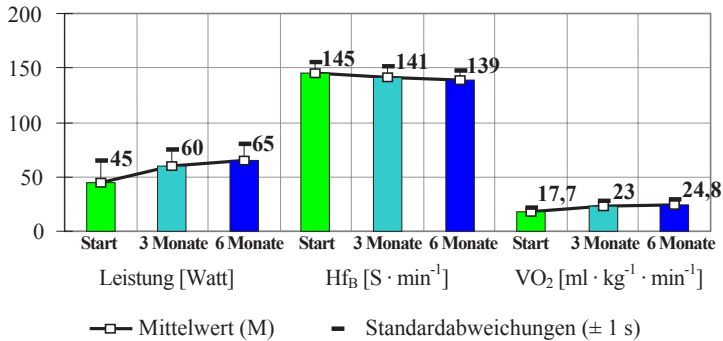
Die Werte für die maximale relative  $\text{O}_2$  - Aufnahme wurden nomographisch mit dem ÅSTRAND - Test bestimmt.

Die **Gruppe II a** konnte ihre **kardiopulmonale Leistungsfähigkeit** innerhalb der ersten Trainingsphase **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) von  **$17,7 \pm 4,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD** um **30 %** auf  **$23,0 \pm 4,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD** verbessern und steigerte sich nochmals um **8 %** auf  **$24,8 \pm 4,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD** in der zweiten Untersuchungsperiode. Ausgehend von einer **Leistung** mit  **$45 \pm 20$  Watt** verzeichneten sie innerhalb der ersten Untersuchungsperiode **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Zuwachsraten um **33 %** auf  **$60 \pm 15$  Watt**. Nach der zweiten Untersuchungsperiode legten sie nochmals **8 %** zu und kamen auf  **$65 \pm 15$  Watt** bis zur Abschlussuntersuchung. Die **Belastungs - Herzschlagfrequenz  $\text{Hf}_B$**  reduzierte sich zwar erkennbar aber **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) von anfangs  **$145 \pm 11$**

### 3. Ergebnisse

$S \cdot \min^{-1}$  über  $141 \pm 10 S \cdot \min^{-1}$  auf  $139 \pm 9 S \cdot \min^{-1}$ . Die letztendliche **Leistungsfähigkeitsverbesserung** ist als **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) zu beurteilen.

**ÅSTRAND - Test - Parameter der Gruppe II a**



**Abb. 53:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der Leistung [Watt], der Belastungs - Herzschlagfrequenz Hf<sub>B</sub> [ $S \cdot \min^{-1}$ ] und der maximalen relativen Sauerstoffaufnahme rel. VO<sub>2</sub> [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$  STPD] der Gruppe II a.

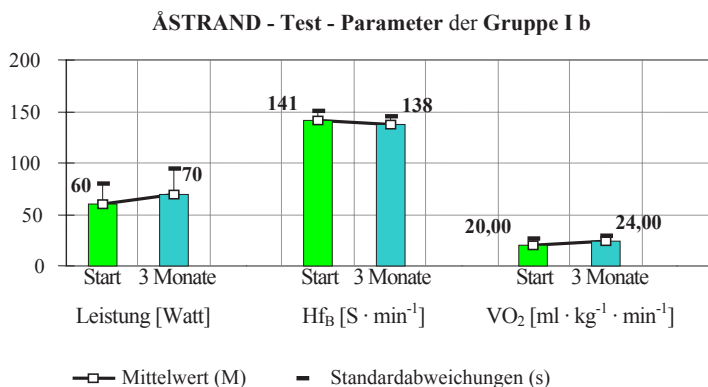
Die Werte für die maximale relative O<sub>2</sub> - Aufnahme wurden nomographisch mit dem ÅSTRAND - Test bestimmt.

Vergleichend dazu lassen sich für die **Gruppen I b** und **II b** folgende Daten auflisten. Die **51- bis 59-jährigen** Frauen (Gruppe I b) verbesserten bis zur 13. Woche ihre **Leistung nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) um **17 %**, bei einer **Reduzierung** der Hf<sub>B</sub> von ca. **3** Schlägen pro Minute. Die **maximale relative Sauerstoffaufnahme rel. VO<sub>2</sub>** konnte von **20,0  $\pm 6,2 ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$  STPD nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) um **20 %** auf **24,0  $\pm 6,0 ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$  STPD** gesteigert werden. Die **Tabelle 22** zeigt diese Mittelwerte mit den jeweiligen Standardabweichungen auf.

**Tab. 22:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Leistung [Watt], der Belastungs - Herzschlagfrequenz  $Hf_B$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] und der maximal relativen Sauerstoffaufnahme rel.  $VO_2$  [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$  STPD] der Gruppen I b und II b

Zeitpunkt	Gruppe I b			Gruppe II b		
	Leistung	$Hf_B$	rel. $VO_2$	Leistung	$Hf_B$	rel. $VO_2$
vor TR	60 $\pm$ 20	141 $\pm$ 10	20,0 $\pm$ 6,2	50 $\pm$ 20	137 $\pm$ 9	18,5 $\pm$ 6,5
nach 3 M.	70 $\pm$ 25	138 $\pm$ 8	24,0 $\pm$ 6,0	70 $\pm$ 30	136 $\pm$ 9	22,3 $\pm$ 5,7
nach 6 M.				70 $\pm$ 20	136 $\pm$ 8	24,3 $\pm$ 5,2

Mit einem Balkendiagramm lassen sich die Werte der **Gruppe I b** wie folgt darstellen (Abbildung 54).

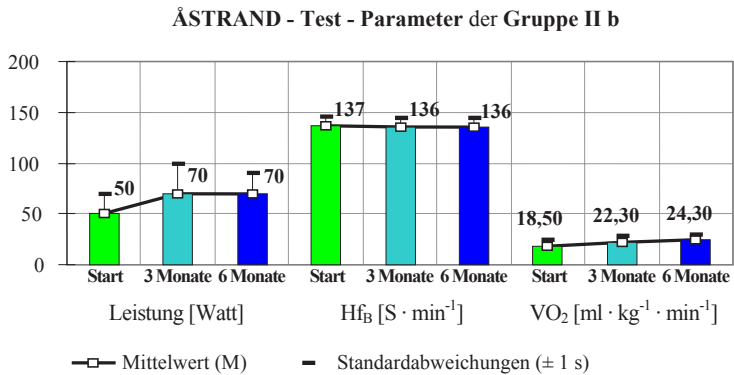


**Abb. 54:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Leistung [Watt], der Belastungs - Herzschlagfrequenz  $Hf_B$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] und der maximal relativen Sauerstoffaufnahme rel.  $VO_2$  [ $ml \cdot kg^{-1} \cdot \min^{-1}$  STPD] der Gruppe I b.

Die Werte für die maximale relative  $O_2$  - Aufnahme wurden nomographisch mit dem ÅSTRAND - Test bestimmt.



Die **59- bis 68 - jährigen** Teilnehmerinnen (Gruppe II b) entwickelten ihre **maximale relative Sauerstoffaufnahme** **rel. VO<sub>2</sub>** von ausgehend **18,5 ± 6,5 ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> STPD** über **22,3 ± 5,7 ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> STPD** nach **13 Wochen** bis zu **letztendlich 24,3 ± 5,2 ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> STPD**. Dies bedeutet eine totale Steigerung von **31 %**. Bei annähernd gleichbleibenden **Belastungs - Herzschlagfrequenz Hf<sub>B</sub>** stieg die **Leistung** von **50 ± 20 Watt** auf **70 ± 20 Watt**. Diese erkennbaren Verbesserungen sind **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ).



**Abb. 55:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der **Leistung** [Watt], der **Belastungs - Herzschlagfrequenz Hf<sub>B</sub>** [S · min<sup>-1</sup>] und der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme rel. VO<sub>2</sub>** [ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup> STPD] der **Gruppe II b**.

Die Werte für die maximale relative O<sub>2</sub> - Aufnahme wurden nomographisch mit dem ÅSTRAND - Test bestimmt.

#### 3.6.3 Blutdruck und Herzschlagfrequenz in der Erholungsphase

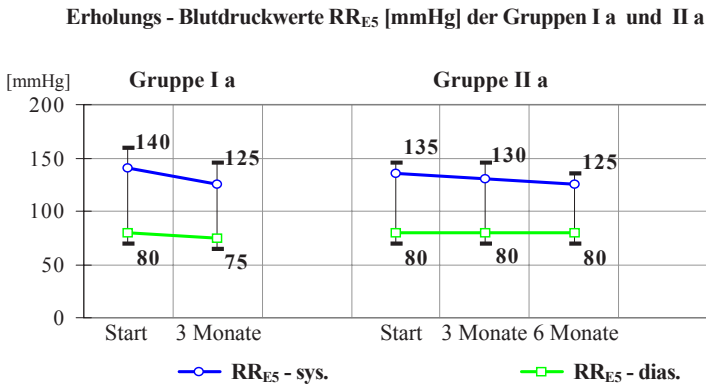
Die **Gruppe I a** zeigt nach der dreimonatigen Trainingsphase eine **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Reduzierung der **Erholungs - Herzschlagfrequenz Hf<sub>E5</sub>** [S · min<sup>-1</sup>] und einen **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) niedrigeren **Erholungs - Blutdruck RR<sub>E5</sub>** [mmHg] auf.

Die **Gruppe II a** wies nach **13** und nochmals nach insgesamt **26 Wochen** Trainingsregime **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) niedrigere **systolische Blutdruckwerte** **RR<sub>E5</sub> - sys.** und niedrigere **Erholungs - Herzschlagfrequenzen** **Hf<sub>E5</sub>** auf. Der **diastolische Blutdruckwert** **RR<sub>E5</sub> - dias.** blieb unverändert. Die **Tabelle 23** listet diese Daten für die **Gruppen I a** und **II a** auf.

**Tab. 23:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Erholungs - Herzschlagfrequenz **Hf<sub>E5</sub> [S · min<sup>-1</sup>]** und der Erholungs - Blutdruckwerte **RR<sub>E5</sub> - sys. / RR<sub>E5</sub> - dias. [mmHg]** der **Gruppen I a** und **II a**

Zeitpunkt	Gruppe I a			Gruppe II a		
	Hf <sub>E5</sub>	RR <sub>E5</sub> -sys.	RR <sub>E5</sub> -dias.	Hf <sub>E5</sub>	RR <sub>E5</sub> -sys.	RR <sub>E5</sub> -dias.
vor TR	96 ± 11	140 ± 20	80 ± 10	101 ± 16	135 ± 10	80 ± 10
nach 3 M.	85 ± 12	125 ± 20	75 ± 10	94 ± 11	130 ± 15	80 ± 10
nach 6 M.				88 ± 12	125 ± 10	80 ± 10

Graphisch läßt sich die Entwicklung der **Erholungs - Blutdruckwerte** **RR<sub>E5</sub>** mit der **Abbildung 56** für die **Gruppen I a** und **II a** darstellen.



**Abb. 56:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der **Erholungs - Blutdruckwerte** **RR<sub>E5</sub> - sys.** und **RR<sub>E5</sub> - dias.** [mmHg] der **Gruppen I a** und **II a**.

Die Erholungsparameter der **51- bis 68 - jährigen** Frauen (Gruppe I b und II b) zeigen, bis auf die **Erholungs - Herzschlagfrequenzen  $Hf_{E5}$**  der **Gruppe II b**, tendenziell **vergleichbare Verläufe**.

Die Probandinnen der **Gruppe I b** konnten **keine signifikanten** ( $p > 0,05$ ) Verbesserungen erreichen.

Im Vergleich dazu reduzierten die Teilnehmerinnen der **Gruppe II b** ihre **Erholungs - Herzschlagfrequenzmittelwerte  $Hf_{E5}$**  von  **$101 \pm 13 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$**  nach drei Monate Trainingsregime **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) auf  **$86 \pm 8 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$**  trotz erhöhter Leistung mit gleichbleibenden Belastungs - Herzschlagfrequenzmittelwerten.

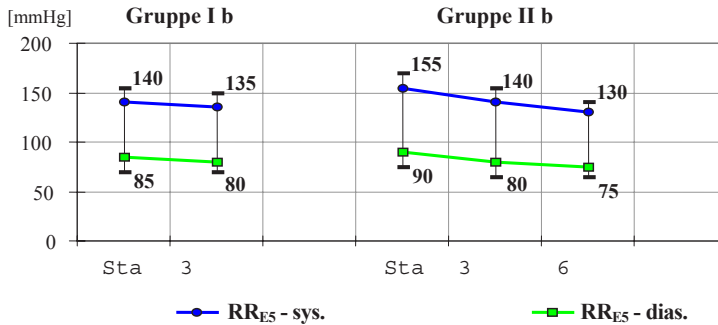
Der **systolische Erholungs - Blutdruckmittelwert  $RR_{E5} - \text{sys.}$**  sank von  **$155 \pm 15 \text{ mmHg}$**  nach sechs Monaten Gesundheitssport **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) auf  **$130 \pm 10 \text{ mmHg}$** . Eine **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Reduzierung des **diastolischen Blutdruckes  $RR_{E5} - \text{dias.}$**  wurde in der Erholungsphase festgestellt. Ausgehend von  **$90 \pm 15 \text{ mmHg}$**  sank der **diastolische Mittelwert** auf  **$75 \pm 10 \text{ mmHg}$** .

Die **Tabelle 24** und die **Abbildung 57** zeigen diese Daten im Überblick.

**Tab. 24: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 \text{ s}$ ) der Erholungs - Herzschlagfrequenz  $Hf_{E5}$  [ $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$ ] und der Erholungs - Blutdruckwerte  $RR_{E5} - \text{sys.} / RR_{E5} - \text{dias.}$  [mmHg] der Gruppen I b und II b**

Zeitpunkt	Gruppe I b			Gruppe II b		
	$Hf_{E5}$	$RR_{E5} - \text{sys.}$	$RR_{E5} - \text{dias.}$	$Hf_{E5}$	$RR_{E5} - \text{sys.}$	$RR_{E5} - \text{dias.}$
vor TR	$92 \pm 12$	$140 \pm 15$	$85 \pm 15$	$101 \pm 13$	$155 \pm 15$	$90 \pm 15$
nach 3 M.	$91 \pm 10$	$135 \pm 15$	$80 \pm 10$	$86 \pm 8$	$140 \pm 15$	$80 \pm 15$
nach 6 M.				$89 \pm 8$	$130 \pm 10$	$75 \pm 10$

#### Erholungs - Blutdruckwerte $RR_{E5}$ [mmHg] der Gruppen I b und II b



**Abb. 57:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Erholungs - Blutdruckwerte  $RR_{E5}$  - sys. und  $RR_{E5}$  - dias. [mmHg] der Gruppe I b und II b.

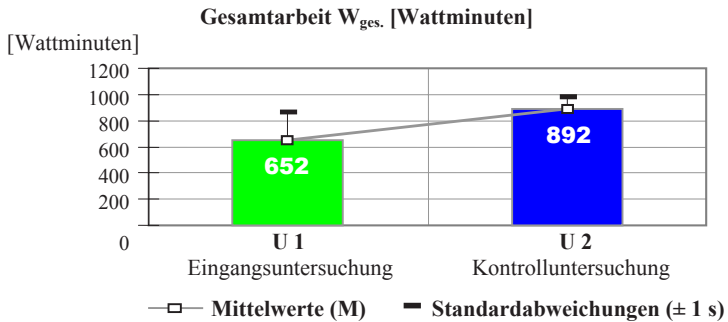
### 3.7 Ausgangs- und Endleistungen - Gießener Modell

Drei Frauen aus den Gruppen I b, II a und II b wurden zu einer vergleichenden Auswertung in Gießen einer **sportmedizinischen Leistungsdiagnostik** unterzogen. Da die Probandinnen zu den bestehenden Rückendispositionen divergierende Zusatzproblematiken mit in die Auswertung brachten und die Vergleichsgruppe ( $n = 3$ ) als solche sehr klein ist, wird auf eine statistische Analyse der Ergebnisse verzichtet. Tendenziell werden aber die Leistungsentwicklungen, die sich durch das Trainingsregime nach 3 Monaten ergeben haben, beurteilt.

#### 3.7.1 Körperliche Leistungsfähigkeit - Gesamtarbeit, maximale absolute Wattstufe und maximale relative Wattstufe

Als Maß für die **körperliche Belastbarkeit** der Probandinnen wurde die **Gesamtarbeit**  $W_{ges.}$  [Wattminuten], die **maximale absolute Wattstufe**  $W_{max.}$  [Watt] und die **maximale relative Wattstufe**  $W_{rel.}$  [Watt  $\cdot$   $kg^{-1}$  KG] ermittelt.

Die **Abbildung 58** zeigt die **Mittelwerte (M)** und **Standardabweichungen** ( $\pm 1$  s) der **Gesamtarbeit  $W_{\text{ges}}$** , der drei Frauen.



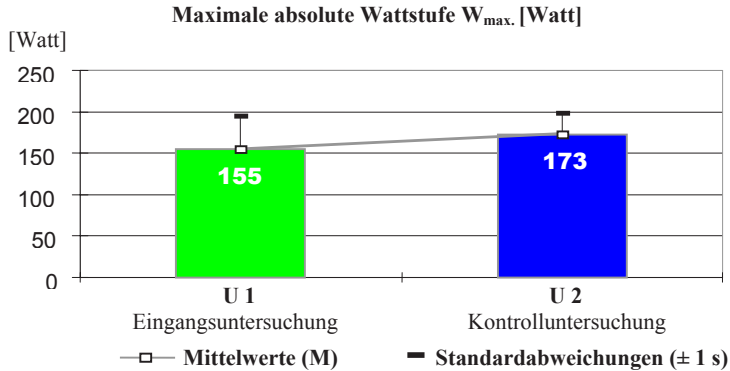
**Abb. 58:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der **Gesamtarbeit  $W_{\text{ges}}$** , [Wattminuten] - bei der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen mit der  $\frac{1}{2} W \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  - Methode nach NOWACKI 1974 vor (grün - U 1) und nach einem dreimonatigen **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover.

Die drei Probandinnen konnten ihre **körperliche Belastbarkeit** von **652  $\pm$  217** Wattminuten (U 1) um **37 %** auf **892  $\pm$  95** Wattminuten (U 2) steigern.

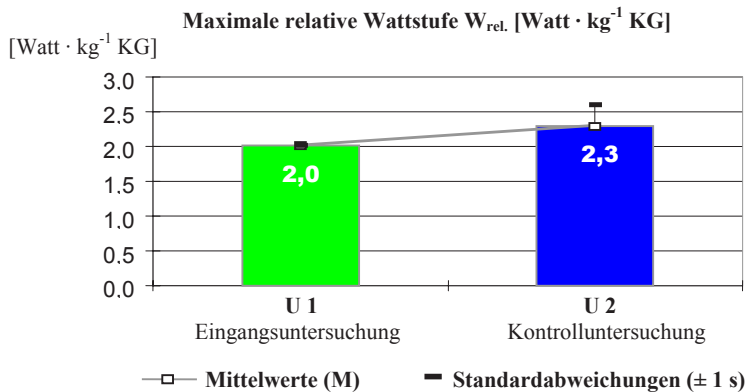
Frau HS, die 2,5 Trainingseinheiten (TE) pro Woche absolviert hatte, verbesserte sich um **66 %**, Frau GB, mit 3,4 TE / Woche um **52 %** und Frau CH, die lediglich 0,85 TE / Woche realisieren konnte, steigerte sich auch noch um **11 %**.

Die **Maximale absolute Wattstufe  $W_{\text{max}}$** , konnte von **155  $\pm$  40,1** Watt (U 1) auf **173  $\pm$  25,2** Watt (U 2) gesteigert werden. Diese **Leistungssteigerung** von **12 %** wird in der **Abbildung 59** dargestellt.

Die **Maximale relative Wattstufe  $W_{\text{rel}}$** , konnte von **2,0  $\pm$  0,0** Watt  $\cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  auf **2,3  $\pm$  0,3** Watt  $\cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  gesteigert werden. Das entspricht einer **Leistungssteigerung** von **15,0 %**. Die **Abbildung 60** zeigt diese Steigerung.



**Abb. 59:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Maximalen absoluten Wattstufe  $W_{\max.}$  [Watt] bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der  $\frac{1}{2} W \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  - Methode nach NOWACKI 1974 von drei Frauen vor (grün - U 1) und nach einem dreimonatigen Rücken - Schutz - Programm (blau - U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.



**Abb. 60:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der Maximalen relativen Wattstufe  $W_{\text{rel.}}$  [Watt  $\cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen mit der  $\frac{1}{2} W \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  - Methode nach NOWACKI 1974 von drei Frauen vor (grün - U 1) und nach einem dreimonatigen Rücken - Schutz - Programm (blau - U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.

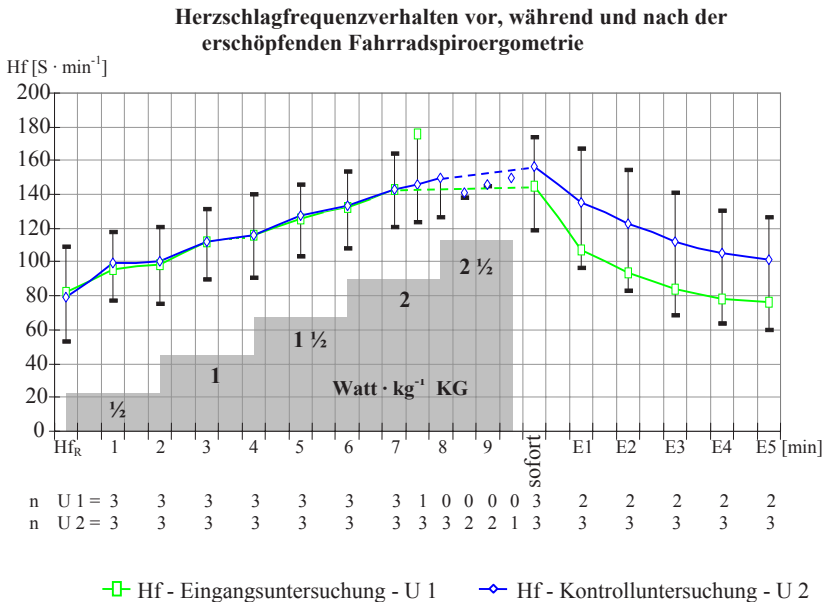
### 3. Ergebnisse

#### 3.7.2 Kardiozirkulatorische Leistungsgrößen

##### 3.7.2.1 Herzschlagfrequenz

Die arithmetisch gemittelte **Ruhe - Herzschlagfrequenz**  $Hf_R$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] fiel von anfangs  $82 \pm 27 S \cdot \min^{-1}$  auf  $79 \pm 27 S \cdot \min^{-1}$  ab. Die **maximale**  $Hf_B$  [ $S \cdot \min^{-1}$ ] stieg von  $146 \pm 27 S \cdot \min^{-1}$  auf  $157 \pm 16 S \cdot \min^{-1}$ .

Die **Mittelwerte** (M) und **Standardabweichungen** ( $\pm 1 s$ ) des **Herzschlagfrequenzverhaltens** der Frauen vor, während und nach einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt  $\cdot$  kg $^{-1}$  KG - Methode** nach NOWACKI 1974, zeigt die **Abbildung 61**.



**Abb. 61: Herzschlagfrequenzverhalten** vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt  $\cdot$  kg $^{-1}$  KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz-Programm** (blau - U 2) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover.

Da bei einer Probandin während der Eingangsuntersuchung in der ersten Erholungsminute ein Hyperventilationssyndrom festgestellt wurde, konnte die Registrierung der Erholungswerte bei dieser Frau nicht durchgeführt werden. Die Probandin musste deshalb vom Fahrradergometer genommen und beruhigt werden.

Die in der **fünften Erholungsminute** gemessene  $Hf_{E\ 5}$  stieg von ausgehend  $77 \pm 27 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $n = 2$ ) nach drei Monaten Trainingsregime auf  $101 \pm 27 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $n = 3$ ).

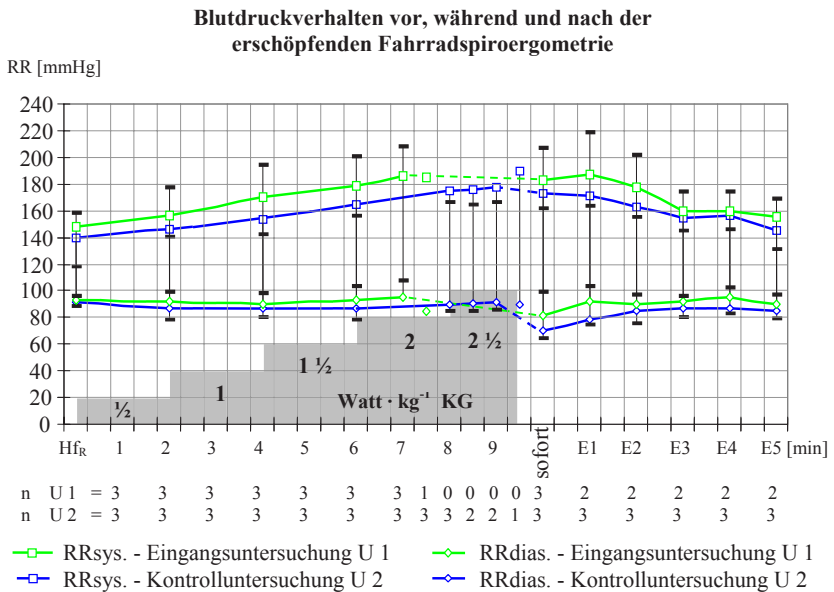
#### 3.7.2.2 Blutdruck

Vergleicht man die in der **Tabelle 25** und der **Abbildung 62** aufgeführten **Ruheblutdruckwerte  $RR_R$  [mmHg]**, **Maximalbelastungsblutdruckwerte  $RR_B$  [mmHg]** und **Erholungsblutdruckwerte  $RR_{E\ 5}$  [mmHg]** der **Eingangsuntersuchung (U 1)** und der **Kontrolluntersuchung (U 2)** nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm**, so erkennt man, dass die Durchschnittswerte besser ausfallen. Die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte sind vor und während der Belastung als Folge der **Kreislaufökonomisierung** niedriger. Trotz der höheren körperlichen Leistungsfähigkeit nach dem dreimonatigen Trainingsregime konnten niedrigere systolische und diastolische Erholungsblutdruckwerte gemessen werden.

**Tab. 25: Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 \text{ s}$ ) der Ruheblutdruckwerte  $RR_R$  [mmHg], Maximalbelastungsblutdruckwerte  $RR_B$  [mmHg] und Erholungsblutdruckwerte  $RR_{E\ 5}$  [mmHg] der Eingangs- (U1) und der Kontrolluntersuchung (U2)**

	Vorstart	Maximal	5' Erholung
Zeitpunkt	$RR_R$ [mmHg]	$RR_B$ [mmHg]	$RR_{E\ 5}$ [mmHg]
U1	$150 \pm 10$ / $95 \pm 5$	$185 \pm 25$ / $85 \pm 25$	$155 \pm 15$ / $90 \pm 5$
U2	$140 \pm 20$ / $90 \pm 5$	$175 \pm 10$ / $75 \pm 15$	$145 \pm 15$ / $85 \pm 5$



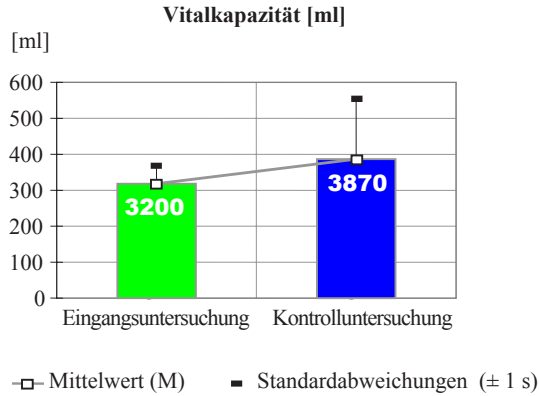


**Abb. 62:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) des Blutdruckverhaltens vor, während und nach der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg $^{-1}$  KG - Methode nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (blau - U 2) des PRÄVENTAS<sup>®</sup> - Institutes in Hannover.

### 3.7.3 Respiratorische Leistungsgrößen

#### 3.7.3.1 Lungenfunktion - Vitalkapazität

Die Vitalkapazität VK [ml] von durchschnittlich 3200  $\pm$  460 ml wurde durch das Rücken - Schutz - Programm um 21 % auf 3870  $\pm$  1690 ml gesteigert. In der Abbildung 63 wird diese Entwicklung graphisch dargestellt.

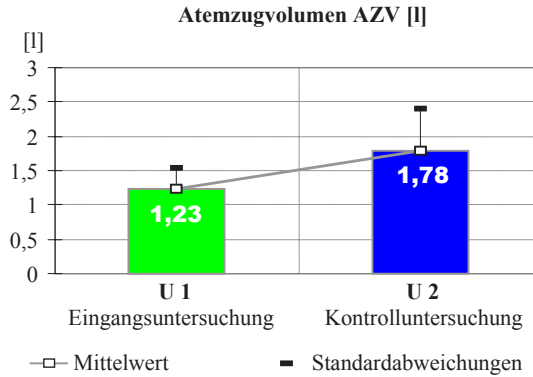


**Abb. 63:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der **Lungenfunktionsuntersuchung** vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) im PRÄVENTAS® - Institut in Hannover.

#### 3.7.3.2 Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen

Das **Atemzugvolumen AZV** [l] in der Erschöpfungsminute verbesserte sich bei Frau HS von **1,5 l** um **20 %** auf **1,8 l** und bei Frau GB von **0,88 l** um **31 %** auf **1,15 l**. Frau CH steigerte ihr **AZV** von **1,3 l** um **85 %** auf **2,4 l**.

Die **Mittelwerte (M)** und **Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ )** des **Atemzugvolumens AZV** - vor und nach dem Trainingsregime - sind in der **Abbildung 64** dargestellt.



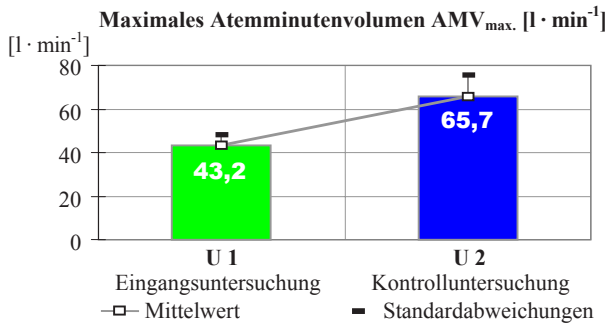
**Abb. 64:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) des Atemzugvolumens AZV bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG - Methode nach NOWACKI 1974 vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (blau - U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.

Die in der **Erschöpfungsminute** gemessene **Atemfrequenz AF** [Atemzüge  $\cdot$  min<sup>-1</sup>] der Probandinnen stieg bei zwei Frauen um **24,0 %** bzw. **9,6 %**. Frau CH reduzierte ihre **AF** in der **Erschöpfungsminute** von **36** um **13,9 %** auf **31** Atemzüge  $\cdot$  min<sup>-1</sup>. Die **Mittelwerte (M)** und **Standardabweichungen ( $\pm 1$  s)** der Atemfrequenz **AF** in der Erschöpfungsminute - vor und nach dem Trainingsregime - sind in der **Tabelle 26** dargestellt.

**Tab. 26:** Die unter maximaler Belastung gemessenen Atemfrequenzen AF [Atemzüge  $\cdot$  min<sup>-1</sup>] der Probandinnen bei der Eingangsuntersuchung (U 1) und der Kontrolluntersuchung (U 2)

Zeitpunkt	AF - Frau HS	AF - Frau GB	AF - Frau CH
U 1	25	52	36
U 2	31	57	31

Die ermittelten **Mittelwerte (M)** des **maximalen Atemminutenvolumens**  $AMV_{max}$  [ $l \cdot min^{-1}$  BTPS] und deren **Standardabweichungen** ( $\pm 1$  s) bei der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie sind in der **Abbildung 65** dargestellt.



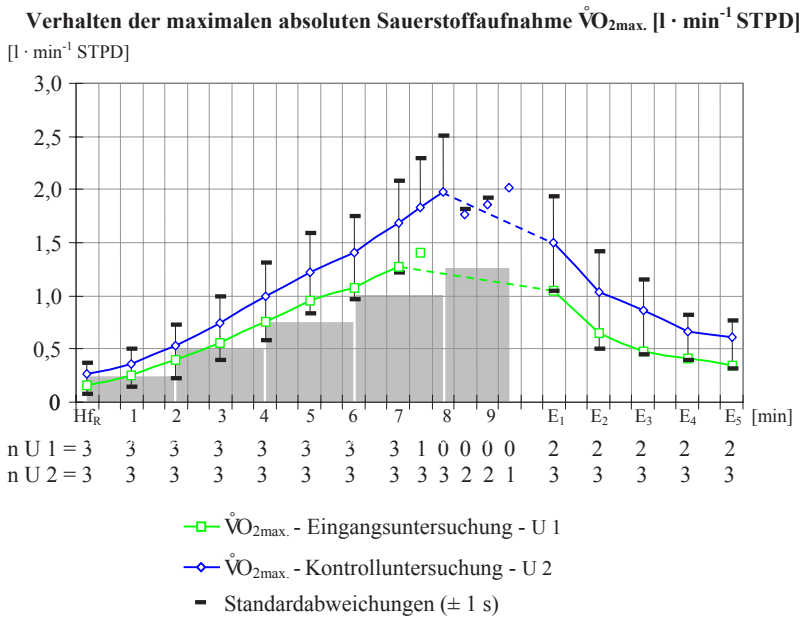
**Abb. 65:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) des maximalen Atemminutenvolumens  $AMV_{max}$  [ $l \cdot min^{-1}$  BTPS] bei einer erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode nach NOWACKI 1974 vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (blau - U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.

Bei dem Vergleich der Eingangswerte zu den drei Monate später erhaltenen Kontrollwerten konnte festgestellt werden, dass die Teilnehmerin HS von  $37,2 l \cdot min^{-1}$  BTPS um **50,8 %** auf  $56,1 l \cdot min^{-1}$  BTPS und die Teilnehmerin GB von  $45,6 l \cdot min^{-1}$  BTPS um **43,4 %** auf  $65,4 l \cdot min^{-1}$  BTPS gesteigert hatten. Frau CH, die anfangs ein  $AMV_{max}$  von  $46,8 l \cdot min^{-1}$  BTPS aufwies, hatte bei der Kontrolluntersuchung ein um **61,54 %** verbessertes  $AMV_{max}$  von  $75,6 l \cdot min^{-1}$  BTPS.

#### 3.7.4 Kardiorespiratorische Leistungsgrößen

##### 3.7.4.1 Absolute Sauerstoffaufnahme

Die Frauen vergrößerten im Mittel ihre **maximale absolute Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2max}$  [ $l \cdot min^{-1}$  STPD] von  $1,3 \pm 0,05 l \cdot min^{-1}$  um **54 %** auf  $2,0 \pm 0,54 l \cdot min^{-1}$ . Die **Abbildung 66** veranschaulicht das durchschnittliche Verhalten der **maximalen absoluten Sauerstoffaufnahme** vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt  $\cdot kg^{-1}$  KG-Methode** nach NOWACKI 1974.



**Abb. 66:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1 s$ ) der **maximalen absoluten Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2max}$  [ $l \cdot min^{-1}$  STPD] vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt  $\cdot kg^{-1}$  KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.

## 3.7.4.2 Relative Sauerstoffaufnahme

Die auf das Körpergewicht bezogenen Werte der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2rel}$  [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD] der Frauen, vor und nach dem Trainingsregime sind in der folgenden **Tabelle 27** aufgeführt.

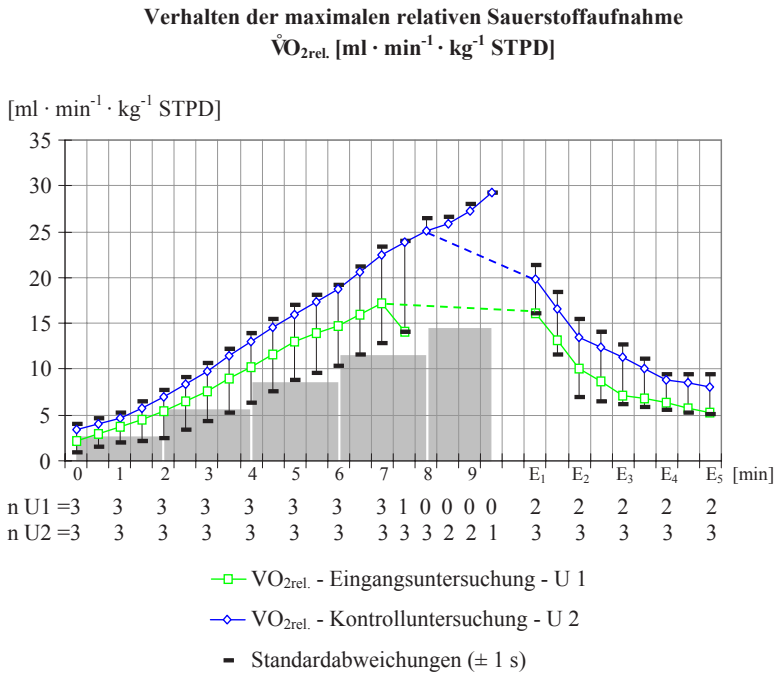
**Tab. 27: Die maximale relative Sauerstoffaufnahme  $\dot{V}O_{2rel}$  [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD] der Frauen, vor (U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover**

Probandin	U 1 [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ STPD]	U 2 [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ STPD]	Verbesserung [%]
Frau HS	21,42	29,20	+ 36,3
Frau GB	17,56	26,75	+ 52,3
Frau CH	14,15	26,51	+ 87,3
M $\pm$ 1 s	17,7 $\pm$ 3,6	27,5 $\pm$ 1,6	

Auch hier erkennt man eine **Verbesserung** der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2rel}$  [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD] um **36,3 %** bei Frau HS, um **52,3 %** bei Frau GB und um **87,3 %** bei Frau CH.

Von einer mittleren  $\dot{V}O_{2max}$   $\cdot kg^{-1}$  von **2,1  $\pm$  1,1  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD** in Ruhe ausgehend, stieg der Mittelwert der drei Frauen bei der **Eingangsuntersuchung** bis zu einem durchschnittlichen **Höchstwert** von **17,7  $\pm$  3,6  $ml \cdot kg^{-1}$  STPD** annähernd **linear** an. In der **Erholungsphase** fiel der Mittelwert bis zur **fünften Erholungsminute** im Mittel auf **5,2  $\pm$  0,1  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD** ab.

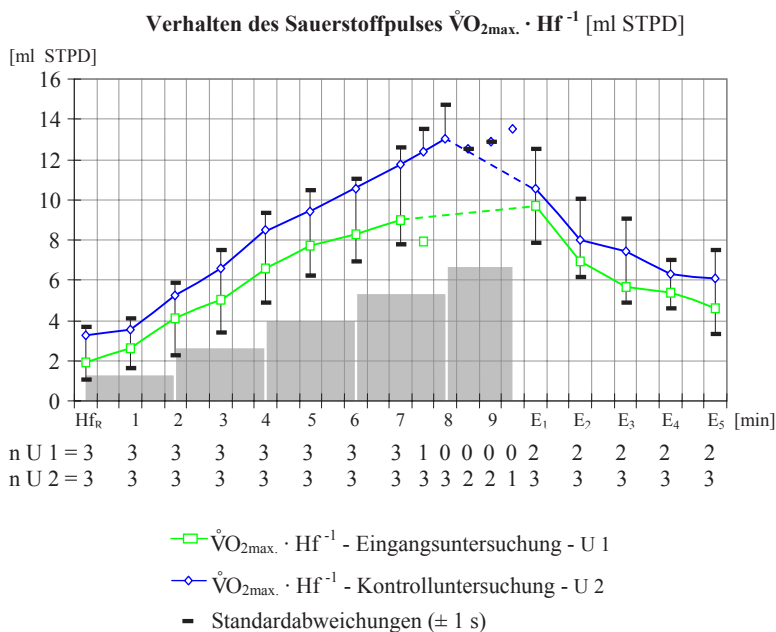
Bei den **Kontrolluntersuchungswerten** verläuft die Kurve ausgehend von **3,4  $\pm$  0,6  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD** über den **Maximalmittelwert** **27,5  $\pm$  1,6  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD** mit einer **flacheren** Erholungskurve zu dem **Erholungswert** **8,0  $\pm$  1,4  $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD**, der in der **fünften Erholungsminute** ermittelt wurde. Die **Abbildung 67** zeigt die **Mittelwerte (M)** und **Standardabweichungen ( $\pm$  1 s)** der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2rel}$  [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  STPD] der Frauen, vor (U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm (U 2)** des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover.



**Abb. 67:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) der **Maximalen relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_{2rel.} [ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1} STPD]$  vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.

## 3.7.4.3 Sauerstoffpuls

Das Verhalten des **Sauerstoffpulses**  $\dot{V}O_{2\max} \cdot Hf^{-1}$  [ml STPD] vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt**  $\cdot kg^{-1}$  **KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover ist in der **Abbildung 68** dargestellt.



**Abb. 68:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) des **Sauerstoffpulses**  $\dot{V}O_{2\max} \cdot Hf^{-1}$  [ml STPD] vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt**  $\cdot kg^{-1}$  **KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover.



### 3. Ergebnisse

Bezogen auf die **Mittelwerte** (M) und **Standardabweichungen** ( $\pm 1\text{ s}$ ) des **Sauerstoffpulses**  $\dot{V}O_{2\text{max.}} \cdot \text{Hf}^{-1}$  [ml STPD] der **Eingangsuntersuchung** von **1,9**  $\pm 0,8$  ml in der **Ruhephase** über **9,0**  $\pm 1,2$  ml in der **letzten Belastungsminute** zurück auf **4,63**  $\pm 1,3$  ml in der **fünften Erholungsminute** verschiebt sich die Mittelwertkurve der **Kontrolluntersuchung** positiv nach oben. Beginnend mit **3,3**  $\pm 0,4$  ml stiegen die Daten auf einen **maximalen Sauerstoffpulswert** von **13,1**  $\pm 1,7$  ml in der **achten Belastungsminute** und fielen wieder auf **6,1**  $\pm 1,5$  ml in der **letzten Erholungsminute** ab.

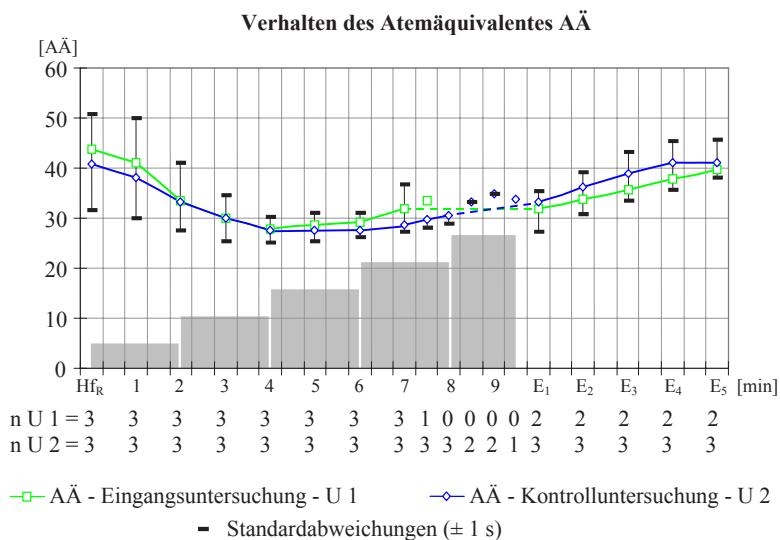
Die Werte des **maximalen Sauerstoffpulses**  $\dot{V}O_{2\text{max.}} \cdot \text{Hf}^{-1}$  [ml STPD] während der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt**  $\cdot \text{kg}^{-1}$  **KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (U 1) und nach drei Monate **Rücken - Schutz - Programm** (U 2) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover werden in der **Tabelle 28** aufgezeigt.

**Tab. 28: Die Sauerstoffpulswerte  $\dot{V}O_2 \cdot \text{Hf}^{-1}$  [ml STPD] der Frauen vor dem Trainingsregime (U 1) und nach drei Monate Rücken - Schutz - Programm (U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover**

Probandin	U 1 [ml]	U 2 [ml]	Verbesserung [%]
Frau HS	9,6	13,50	+ 40,6
Frau GB	9,8	12,50	+ 27,6
Frau CH	8,0	14,90	+ 86,3
M $\pm 1\text{ s}$	9,1 $\pm 1,0$	13,60 $\pm 1,2$	

## 3.7.4.4 Atemäquivalent

Vor Aufnahme des Trainingsregimes (U 1) lag der dimensionslose **Atemäquivalentmittelwert** unter **maximaler Belastung** bei **32,83**  $\pm 4,58$ . Bei der **Kontrolluntersuchung** (U 2) konnte ein **Atemäquivalentmittelwert** von **33,0**  $\pm 3,5$  festgestellt werden. Die errechneten **Mittelwerte** (M) und **Standardabweichungen** ( $\pm 1$  s) der korrelativen Funktionsgröße **Atemäquivalent** (AÄ) vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (grün - U 1) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (blau - U 2) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover sind in der **Abbildung 69** und der **Tabelle 29** aufgeführt.



**Abb. 69:** **Mittelwerte** (M) und **Standardabweichungen** ( $\pm 1$  s) der **Atemäquivalentberechnungen** vor, während und nach der erschöpfenden **Fahrradspiroergometrie** im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  **Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (U 1 - grün) und nach drei Monaten **Rücken - Schutz - Programm** (U 2 - blau) des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover.

### 3. Ergebnisse

Aufgrund niedrigere  $\ddot{A}A$  - Werte in den letzten Belastungsstufen bis zur Erschöpfung bei der Kontrolluntersuchung (U 2) kann auf eine deutliche Ökonomisierung der Atmung geschlossen werden.

**Tab. 29: Die Atemäquivalentwerte in der Erschöpfungsminute der Frauen vor dem Trainingsregime (U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover**

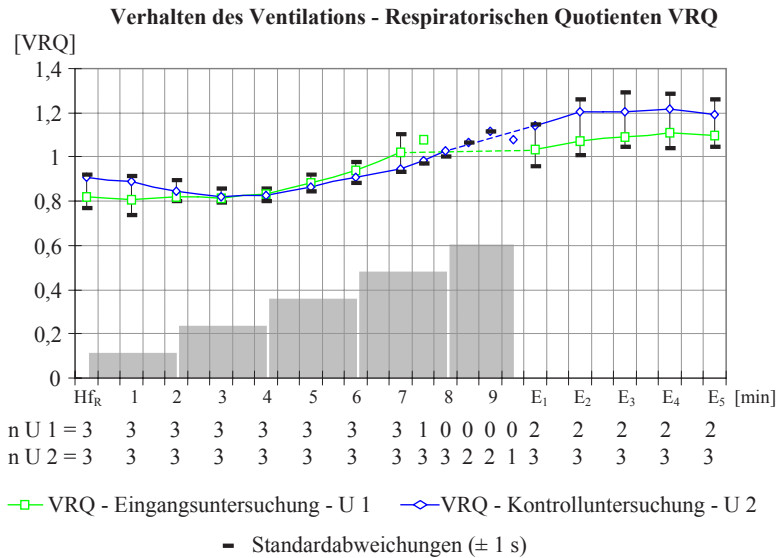
Probandin	U 1 [ $\ddot{A}A$ ]	U 2 [ $\ddot{A}A$ ]	Veränderung [%]
Frau HS	28,0	33,9	+ 21,1
Frau GB	37,1	36,0	- 3,0
Frau CH	33,4	29,1	- 12,9
M $\pm$ 1 s	32,8 $\pm$ 4,6	33,0 $\pm$ 3,5	

#### 3.7.4.5 Ventilations - Respiratorischer Quotient

Die Frauen starteten bei der **Eingangsuntersuchung** (U 1) mit einem **Ventilations - RQ VRQ** von **0,82  $\pm$  0,05**, der dann unter maximaler Belastung auf **1,03  $\pm$  0,09** anstieg. Während der Erholungsphase stieg der **VRQ** bis zu der fünften Erholungsminute wieder auf **1,09  $\pm$  0,05**. Vergleichend dazu wurden bei der **Kontrolluntersuchung** (U 2) höhere VRQ - Werte erreicht. Ausgehend von **0,91  $\pm$  0,02** in Ruhe stieg der VRQ über **1,08  $\pm$  0,04** unter maximaler Belastung bis auf **1,19  $\pm$  0,07** in der fünften Erholungsminute. Ausgenommen von der Eingangsuntersuchung bei Frau HS, welche die Belastungsphase bei einem Ventilations - RQ von 0,93, aufgrund eines zu stark angestiegenen **Blutdrucks von 210 / 110 mmHg**, etwas zu früh abbrechen mußte, erreichte in der letzten Belastungsminute der **Ventilations - RQ** bei **allen** anderen Untersuchungen einen Wert **über 1,0**.

Die **Abbildung 70** präsentiert den Kurvenverlauf der **Mittelwerte (M)** und **Standardabweichungen ( $\pm$  1 s)** des **Ventilations - Respiratorischen Quotienten VRQ** vor, während und nach der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im

Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode nach NOWACKI 1974 - vor dem Trainingsregime (U 1 - grün) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (U 2 - blau) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.



**Abb. 70:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (± 1 s) der Ventilations - Respiratorischen Quotienten VRQ vor, während und nach der erschöpfenden Fahrradspiroergometrie im Sitzen in Gießen mit der  $\frac{1}{2}$  Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode nach NOWACKI 1974- vor dem Trainingsregime (U 1 - grün) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (U 2 - blau) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover.

Die folgende Tabelle 30 führt die Ventilations - Respiratorischen Quotienten VRQ in der Erschöpfungsminute der Frauen vor dem Trainingsregime (U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover auf.

**Tab. 30: Ventilations - Respiratorische Quotienten VRQ in der Erschöpfungsminute der Frauen vor dem Trainingsregime (U 1) und nach drei Monaten Rücken - Schutz - Programm (U 2) des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover**

Probandin	U 1 [VRQ]	U 2 [VRQ]	Veränderung [%]
Frau HS	0,93	1,08	+ 16,1
Frau GB	1,09	1,12	+ 2,8
Frau CH	1,08	1,05	- 2,8
M ± 1 s	1,00 ± 0,10	1,10 ± 0,00	

**Zusammenfassend** kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse der **leistungsmedizinischen Untersuchungen** der **Kontrollgruppe** in **Gießen** die Testergebnisse der **Gesamtgruppe** in **Hannover** im Sinne einer **deutlicheren Steigerung** der **körperlichen, kardiozirkulatorischen** und **kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit** bestätigen.

Der Erfolg eines solchen **Rücken - Schutz - Programmes** sollte durch eine **Folgestudie** mit einer größeren Anzahl von Probanden für die Kontrolluntersuchungen in einem unabhängigen sportmedizinischen Universitätsinstitut statistisch abgesichert werden.

### 4. Diskussion

In Anlehnung an die geschilderte Situation im **Gesundheitswesen**, insbesondere dem Ansteigen der **chronischen Krankheiten** am **Bewegungsapparat** und dem Anspruch dieser Studie, einen **wissenschaftlich fundierten Beitrag** zur **Sicherheitssteigerung** in der Anwendung des präventiven **trainingsmethodischen** Vorgehens bei **Rückenleiden** zu leisten, werden im folgenden die **Ergebnisse** der Studie kritisch diskutiert.

#### 4.1 Aufgaben und Ziele der Untersuchung

Die Frage, ob **körperliche Aktivität** als **Schutzfaktor** wirken kann, wurde besonders in den letzten **45** Jahren in zahlreichen klinischen, experimentellen und epidemiologischen Studien untersucht.

BEUKER 1976 schränkt diesbezüglich ein, dass der **Nachweis** präventiver Wirkungen des Sports **außerhalb** des Labors wegen mannigfaltiger Einflüsse auf die menschliche Gesundheit äußerst **schwierig** zu erbringen ist. Deswegen muß seiner Meinung nach eine **Unterscheidung** zwischen **Gesundheitssport** und **Breiten-** bzw. **Freizeitsport** getroffen werden, da in der letztgenannten Gruppe oft **Grenzbereiche** der gesundheitlichen Einflüsse erreicht werden.

Eine generelle Aussage über die gesundheitsfördernde Wirkung von **Freizeit-** bzw. **Breitensport** kann also **nicht** so ohne weiteres gemacht werden, da diese Sportangebote nicht immer optimal **dokumentierbar** und **reproduzierbar** sind (STRAUZENBERG 1972, 1982).

Da sich aber die **positiven Befunde** in bezug auf die **gesundheitliche Relevanz** des **Gesundheitssportes** von Jahr zu Jahr häufen, werden die grundsätzlichen Aussagen der Studien immer wahrscheinlicher (NOWACKI, ALEFELD 1985).

*„ ... Dem regelmäßigen sportlichen Training werden positive somatische und psychische Wirkungen zugeschrieben, die nicht allein Lebensqualität und Lebensfähigkeit verbessern, sondern auch vor-*

*beugend gegenüber Krankheiten und Alterung in Erscheinung treten ..."* (BUNDESVERBAND DER BETRIEBSKRANKEN-KASSEN 1994, S. 44).

Festzuhalten ist, dass ein **ausbleibendes Gesundheitstraining** ein wichtiger, aber nicht ein **ausschließlicher Risikofaktor** ist, und dass die Auswirkungen einer Sportart auf die Gesundheit davon abhängt, *»wer welche Sportart wie ausübt«* (WEIß, WEICKER 1981).

Mit einer großen Zahl von internationalen Langzeitstudien und Publikationen kann mittlerweile mehrfach belegt werden, dass Menschen, die sich **regelmäßig sportlich** betätigen, **signifikant seltener** an **chronisch degenerativen** Erkrankungen (ISRAEL 1989), einer **Herz - Kreislaufstörung** oder **-erkrankung** leiden (NOWACKI, ALEFELD 1985), zudem noch **widerstandsfähiger** sind, da sie ein geringeres **Risikofaktorenprofil** aufweisen (BRINGMANN 1990, COOPER 1995), als bewegungsarm lebende Personen.

ISRAEL 1989 weist darauf hin, dass zwischen dem **Belastungsumfang** der körperlichen Aktivität und der **Stabilität** bzw. **Leistungskapazität** des **Herz - Kreislaufsystems** eine testtheoretische **Spezifität** besteht.

Weiterhin wird belegt, dass das **Beschwerdebild** von **Rückenschmerzpatienten** mit Hilfe eines **individuellen Funktionskräftigungsprogrammes** verringert wird (DENNER 1995a) und dass **Sporttreibende** einen **gesundheitsbewussteren** und **leistungsorientierteren Lebensstil** bevorzugen (BRINGMANN 1982).

Der **positive Einfluß** sportlicher Aktivitäten, bezogen auf die **Gesunderhaltung** des Menschen und weiterhin die bedeutsamen **therapeutischen** Möglichkeiten mit Hilfe **gezielter Sporteinsätze**, wird von Seiten der Sportmedizin als **ausreichend gesichert** angesehen (NOWACKI 1983), da klinische und experimentelle Beobachtungen bzw. Untersuchungsergebnisse weitgehend in den Schlußfolgerungen bezüglich der **Bewegungsarmut** und der **physischen Aktivität** übereinstimmen (ISRAEL 1989).

Die Untersuchungsergebnisse dieser experimentellen Studie mit **36 untrainierten Frauen**, die sich zu Beginn der Untersuchung über **prächronische** (n = 3) und **chronische** (n = 33) **Rückenschmerzen** beklagten, **bestätigen** in wesentlichen

Punkten und **übertreffen** teilweise die bisher **vorliegenden** positiven **Befunde**, die in der Literaturrecherche für das gerätegestützte Training herausgestellt werden.

Das vorgestellte **Rücken - Schutz - Programm**, das im Rahmen der Gesundheits-sport - Angebote des **PRÄVENTAS®** - Institutes in Hannover an **computer-gesteuerten Krafttrainingssystemen** durchgeführt und mit **Herz - Kreislauf-trainingspassagen** kombiniert wurde, führt zu deutlichen **subjektiv** beurteilten **Reduzierungen** des **Schmerzempfindens** und zu aufschlußreichen, **objektiven anthropometrischen, motorischen und physiologischen** Veränderungen.

#### 4.2 Motivation und Einstellung der Probandinnen

MEUSEL 1988 definiert den **Schwerpunkt** der **präventiven** Bedeutung des Sports im **psychischen** Bereich in seinen positiven Auswirkungen auf **affektive Persönlichkeitsmerkmale**, wie Vitalität, Aktivität, Stimmung, Zufriedenheit und ähnliche Merkmale. Die **Freude** über den **wahrgenommenen Leistungszuwachs**, die **Überwindung** der **inneren Trägheit**, die erlebte **Selbstbestätigung** und das wachsende **Selbstvertrauen** werden als positive **seelische Impulse**, die bei einem **präventiven** Training vermittelt werden, von Sportlern, Psychologen und Medizinern erwähnt.

Die **Befragung** der Probandinnen ergab, dass sich die Form des **Circuit - Weight - Trainings** (CWT) mit **tagesaktuellen Belastungseinstellungen** durch eine **hohe Compliance** - vor allem bei den wenig trainierten, älteren Frauen - und durch eine **geringe Verletzungs- bzw. Überbelastungsgefahr** auszeichnet. Nur einige Frauen äußerten, in den ersten **ein bis zwei** Wochen einen *»leicht spürbaren«*, tolerierbaren *»Muskelkater«* wahrgenommen zu haben. Dieses Empfinden läßt auf ein nicht gewohntes Maß an **Stoffwechselstörungen** durch Kontraktionen mit **hohem Energieumsatz** schließen (BÖNING 2000). Muskuläre **Zellschädigungen** können aber nicht ausgeschlossen werden, da die **Belastungsmethode** (konzentrisch - exzentrisch) und die erfahrene **Belastungsintensität** ungewohnt war. Der Einsatz **exzentrischer Belastungsformen** wird momentan als ein geeigneter Weg angesehen, dem erforderlichen neuromuskulären Stimulus bei



verminderter Elastizität der Muskulatur gerecht zu werden, so dass eine deutliche Zunahme an der Muskelkraft verzeichnet werden kann (MAYER, GOLLHOFFER, BERG 2003). Muskelkater hinterlässt **keine bleibenden Schäden** und ist präventiv nur dadurch zu begegnen,

*" ... ihn für eine bestimmte Bewegungsform bereits erlitten zu haben." (BÖNING 2000, S. 64)*

Als sehr **motivierend** wurde das erkennbare **Zusammenspiel** zwischen dem subjektiven **Tagesformempfinden** und den dann im Training sichtbar werdenden **Tageswerten** an den **Funktionskräftigungs- und Herz - Kreislauftrainings-systemen** bewertet. Die jeweils **1 - kg - genauen** Einstellungen an den Funktionskräftigungssystemen ermöglichen gerade in den ersten **9 bis 13** Wochen durch die überwiegend **intra- und intermuskulären koordinativen Verbesserungen** ein direktes, positives **Entwicklungs - Feedback** für die Frauen.

Mit der parallel empfundenen **Schmerzreduzierung**, der spürbar **verbesserten Leistungsfähigkeit** bei **alltäglichen Belastungen** und der **positiveren Selbsteinschätzung** ist der **präventive Nutzen** daher offensichtlich, und er dürfte bei der sich bereits andeutenden **Akzeptanz** zukünftig auch epidemiologisch im gesamtgesellschaftlichen Kontext nachzuweisen sein.

Die allgemeine Beurteilung der **Trainingsorganisation, -belastungen** und **-wirkungen** war bei den trainierenden Frauen anfänglich (nach 13 Wochen) als **»befriedigend«** (13,9 %), **»gut«** (47,2 %) und **»ausgezeichnet«** (38,9 %) bezeichnet worden. Die **13,9 %** der Frauengruppe, die **»befriedigend«** als Bewertung gewählt haben, lassen sich dadurch erklären, dass **sekundäre Zielsetzungen** (Gewichtsregulierung, Gewebestraffung, etc.) dieser Frauen nur durch ein **längerfristiges Präventionsprogramm** erreichbar sind, und / oder die anfangs gesetzten Ziele zu hoch angesetzt wurden.

Nach insgesamt **26 Wochen** Trainingsregime stellte sich eine durchgehend **positivere Akzeptanz** bei den Frauen ein. **47,4 %** stimmten letztendlich für **»ausgezeichnet«** und **52,6 %** für **»gut«**.

Ein weiteres Indiz für eine **begeisternde Einstellung** der Frauen ist die **geringe »drop - out« - Rate** in den ersten **13** Wochen von nur **drei** Frauen, wobei **eine** Frau einen Ortswechsel vorgenommen hat, **eine** Frau gab berufliche Gründe an

und **einer** Frau wurde vom betreuenden Arzt die Empfehlung gegeben, dass Programm aufgrund einer schon **vor** Trainingsbeginn aufgetretenen **akuten Ischialgie** zu beenden.

Da nur **15** Frauen bei der Rückenproblemlösung von Ihrem **betreuenden Arzt** zu **aktiven Maßnahmen** (Kranken- oder Wirbelsäulengymnastik, Gesundheitssport etc.) aufgefordert wurden, ist bei dem beobachteten Kollektiv eine **minderwertige Beratung** von der ärztlichen Seite her bezüglich **Gesundheitssportangebote** festzustellen. Dies kann mitunter auf die fehlende Kenntnis der Ärzte über das momentane Gesundheitssportangebot dieser Region zurückzuführen sein.

**34 Teilnehmerinnen** haben ihr **Rücken - Schutz - Programm** nach den **13** bzw. **26 Wochen fortgeführt** und somit ihre **Erkenntnis** unterstrichen, dass für sie das **Präventivtraining** eine **lebensbegleitende Notwendigkeit** geworden ist.

Der durchschnittliche **Zeitaufwand** für das Präventivtraining - ca. **1,6** bis **1,9** Trainingseinheiten **pro Woche** à ca. **70 - 75 Minuten** - wurde nach der ersten Untersuchungsphase von der **Majorität** als »angemessen« (47,2 %) und »gut organisierbar« (41,7 %) bewertet. Nur **8,3 %** der Frauen (n = 3) gaben **organisatorische Probleme** an, die mit Beruf, Haushalt und anderen Verpflichtungen im Zusammenhang gebracht wurden.

Aufgrund der **individuellen freien Terminierungsmöglichkeit** - von montags bis freitags 10.00 bis 22.00 Uhr und samstags und sonntags von 10.00 bis 18.00 Uhr - gaben nach insgesamt **26 Wochen** Trainingsregime **alle Frauen** an, ihr Präventivtraining »angemessen« (36,8 %) und »gut organisierbar« (63,2 %) in den Wochenrhythmus integrieren zu können. Letztendlich wurde die durchschnittliche **Trainingshäufigkeit** auf **1,33** bis **1,65** Trainingseinheiten **pro Woche** à **70 - 75 Minuten** reduziert. Somit liegt die **Trainingshäufigkeit** weit unter dem Durchschnitt der aufgeführten Studien (GARBE 1988, AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991, AHLQUIST, HINKLE, WEBBER, WARD, RIPPE 1991, CASTELLANI, WARD, MARKS, KELLEHER, PULEO, RIPPE 1991, KIESER 1991, KESSLER u. Mitarb. 1994, STEMPEL 1994, DENNER 1995b, MEYER-KÖHLER 2001), die in der Regel ein **zwei-** bis **dreimaliges** Trainieren pro Woche vorgaben.

Mit durchschnittlich **1,33** bis **1,9** Trainingseinheiten in der Woche à ca. **70 - 75 Minuten** (davon ca. 24 - 36 Minuten Herz - Kreislaufttraining) lagen die Frauengruppen unter der Empfehlung von HOLLMANN 1965, der ein **zweimaliges**

Training pro Woche à **60** Minuten mit einer Belastungsintensität von **70,0 %** der theoretischen maximalen Herzschlagfrequenz empfiehlt.

### 4.3 Auswirkungen auf das Schmerzverhalten

Berücksichtigt man die von EKELES 1994 zusammengetragenen Erkenntnisse, dass **Rückenbeschwerden** ein **biopsychosoziales Phänomen** darstellen, lassen sich bei betroffenen Personen oftmals ausgeprägte **Kraft- und Leistungsfähigkeitsdefizite** der wirbelsäulesichernden und wirbelsäuleentlastenden **Muskelschlingen** als auch eine verminderte **Wirbelsäulenmobilität** nachweisen.

Gerade in den letzten **25** Jahren ist die Zahl der Studien und Untersuchungen, die sich mit dem Zusammenhang der **Rückenproblematik** und der **Trainierbarkeit der relevanten Muskelgruppen** auseinandersetzen, gewachsen. Sie untermauern zunehmend, dass sich die **muskuläre Sicherung** des menschlichen Achsenorgans Wirbelsäule von **chronischen** und **prächronischen** Rückenpatienten, als auch von **beschwerdefreien** Personen mit Hilfe **trainingswissenschaftlicher** und **medizinisch fundierter Methoden** erheblich verbessern läßt. Das **Beschwerdebild** kann mit Hilfe solcher Programme **positiv beeinflusst** werden.

JACKSON, BROWN 1983 belegten mit ihrer Studie eine **positive Korrelation** zwischen **Progression** der **Muskelkraft** und **Degression** der **Rückenschmerzen**.

DENNER 1995a führt Studien von FULTON, JONES, POLLOCK, GRAVES, CIRULLI, LEGGETT, CARPENTER, JONES 1990, MOONEY 1991, NELSON 1992 und SIBLEY 1992 auf, die belegen, dass zwischen der **muskulären Wirbelsäulensicherung** und dem **rückenrelevanten Beschwerdebild** **hoch signifikante negative Korrelationen** bestehen.

GARBE 1988 hat **108** Rückenpatienten, die unter **Lumbalgien** im Zusammenhang mit **muskulären Dysbalancen** litten, über einen Interventionszeitraum von **8** Wochen **dreimal pro Woche Dehn- und Krafttrainingsübungen** für die Bauchmuskulatur, Glutealmuskulatur sowie für die Rumpffrotationsmuskulatur und der ischiocruralen Muskelgruppe absolvieren lassen. Nach Trainingsende

hatten **78,7 %** der Patienten einen **guten** bis **befriedigenden** Beschwerdezustand erreicht. **56** Teilnehmer konnten **ein** Jahr später **nachkontrolliert** werden. Von ihnen hatten **38** das Präventivtraining fortgeführt und waren **beschwerdefrei**. Die restlichen **18** Probanden klagten über **rezidivierende** Rückenschmerzen, die mit den Vorstart - Schmerzen **gleichzusetzen** waren.

MAYER et al. 1992 untersuchten die Wirksamkeit einer umfassenden **Rehabilitationsmaßnahme**, in der sowohl ärztliche, physiotherapeutische, psychologische als auch ergotherapeutische Maßnahmen inkorporiert waren, bei **66 arbeitsunfähigen** Rückenpatienten (Gruppe I) im Vergleich zu **38 ebenfalls arbeitsunfähigen** Rückenpatienten (Gruppe II), die **nicht** an einer so umfangreichen Rehabilitationsmaßnahme teilnahmen. **86,0 %** der **Gruppe I** konnten **nach** der Therapie in den **Arbeitsprozeß reintegriert** werden. In dieser Gruppe fanden sich mittlere **Steigerungsraten** der **isokinetisch** gemessenen **Kraft** der **Rumpffextensoren** von **80 %**. Dem standen nur **50,0 %** Reintegrationsfälle der **Gruppe II**, die ihr **Rumpffextensoren - Kraftniveau** nur um **20 %** steigern konnten, gegenüber. Des Weiteren konnten bei den Männern und Frauen nach **sechs** Monaten Trainingsregime Steigerungen der **relativen Kraftniveaus** (in bezug auf das Körpergewicht) von durchschnittlich **40 %** registriert werden. In den folgenden **sechs** Monaten konnte eine **weitere Kraftniveauverbesserung** verbucht werden, die von den Autoren aber nicht beziffert wird. Zudem wurde die **Beweglichkeit** im Bereich der **lumbalen Flexion** im Vergleich zur Eingangsuntersuchung **signifikant** verbessert.

Die diagnoseunspezifischen Ergebnisse einer **retrospektiven Längsschnittstudie** von DENNER 1995b, die vergleichende Charakteristika zu der vorliegenden Arbeit aufweist, mit insgesamt **189** Patienten (davon 76 Frauen im Alter von  $43,2 \pm 8,9$  Jahren,  $66,4 \pm 10,8$  kg Körpergewicht und  $165,4 \pm 5,4$  cm Größe) mit **prächronischen** und **chronischen** Lumbalbeschwerden, die ein **dreimonatiges**, standardisiertes Kraftaufbauprogramm an **5 DAVID® - Geräten** absolvierten und einer Kontrollgruppe (n = 30) mit annähernd gleichen anthropometrischen Daten, weisen für die Frauen folgende Beschwerdebild - Entwicklungen auf:

Das **Beschwerdebild** der untersuchten Gruppen zeigte zu **Beginn** der Studie **keine signifikanten** Unterschiede auf. Mit Hilfe des **Einsatz - Trainings** ergaben sich nach **drei** Monaten **hochsignifikante** Verbesserungen. **42,1 %** der Männer

und Frauen gaben bei der Abschlußbefragung **Beschwerdefreiheit** im LWS- / BWS - Bereich an. Davon rekrutierten sich **61,6 %** aus der **prächronischen** und **25,6 %** aus der **chronischen** Gruppe. Der **Vorher - Nachhervergleich** belegte bezüglich des **Schmerzzustandes** **hochsignifikante Verbesserungen**. Die männlichen und weiblichen Teilnehmer **aller** Altersklassen zeigten nahezu **identische Verbesserungen objektiver und subjektiver** Parameter. Die Frauen der **Kontrollgruppe** zeigten **keine signifikanten** Veränderungen von Meßwerten. MEYER - KÖHLER 2001 belegt, dass mit einem **sechsmonatigen Rücken - Schutz - Programm** à 90 Minuten mit **identischem** Studiendesign eine »**Schmerzfreiheit**« bei **50 %** seiner Probanden, eine »**wesentliche Besserung**« bei **28,5 %** und eine »**Besserung**« des Schmerzempfindens bei **21,5 %** der Teilnehmer erreicht wurde.

Dieser Befund wurde von den Besuchern der permanenten POSTER - Ausstellung auf dem 37. Deutschen Kongress für Sportmedizin und Prävention in Rotenburg a. d. Fulda vom 26. bis 30. September 2001, der unter dem Motto "**Prävention durch Bewegung und Sport**" stand, mit großem Interesse registriert und diskutiert (BUHL, MEYER-KÖHLER, NOWACKI 2001, 2002).

SCHNEIDER 1993 eruierte eine **signifikante Korrelation** zwischen **Schmerz-minderung** und **Leistungssteigerung** der **Rücken- und Bauchmuskulatur**.

Auch NELSON 1994 stellte in seinen Studien mit **1.339 chronischen Wirbelsäulenpatienten** fest, dass eine enge **Korrelation** zwischen dem **Kraftzuwachs** und der **Schmerzreduktion** sowie **psycho - sozialer** Funktionen besteht. Er setzt den **Krafttrainings - Therapieerfolg** in Beziehung mit dem **Kraftzuwachs** nicht aber in Abhängigkeit von der Diagnose!

ADDISON, SCHULTZ 1980, MC NEIL, WARWICK, ANDERSSON, SCHULTZ 1980, TRIANO, SCHULTZ 1987, sowie HOLMSTRØM, MORITZ, ANDERSSON 1992, fanden bei **Rückenschmerzprobanden** **muskuläre Dysbalancen** zwischen den **Rumpffextensoren** und den **Rumpfflexoren**.

TITTEL 2000 weist den **muskulären und arthro - muskulären Dysbalancen**, die sich aufgrund **synergistischer** und **antagonistischer Funktionsprinzipien** im Trainingsprozeß und / oder auch im Alltag entwickeln, erhebliche **negative Auswirkungen** auf die **intermuskuläre Koordination** sowie auf die **Binde- und Stützgewebe** zu.

Nach BRINGMANN, TAUCHEL 1989 stellen **muskuläre Dysbalancen** einen wichtigen Einflußfaktor auf den **Funktionszustand** der Wirbelsäule dar. Durch eine **muskuläre Dysbalance** der für die **Becken - Wirbelsäulenstatik** verantwortlichen Muskeln wird beispielsweise das **Lumbalsyndrom** häufig verursacht, wobei geklärt sein muß, ob es sich um eine **maximalkraft-** bzw. **kraftausdauerbezogene, neuromuskuläre** oder **strukturelle Dysbalance** handelt. Aufgrund dysbalancierter Muskelverhältnisse entstehen **biomechanisch unphysiologische** Statik- und Bewegungssituationen, die zu den bekannten Schmerzsyndromen und degenerativen Erscheinungen führen können.

DENNER 1995a führt zahlreiche Arbeiten auf, die diese Erkenntnisse untermauern. Diese Untersuchungsergebnisse sind ein starkes Argument dafür, nicht nur **rehabilitativ**, sondern vorwiegend **präventive Medizin** zu betreiben, da sich die funktionellen **Defizite** nicht nur bei **Rückenschmerzpatienten**, sondern auch bei **gesunden Personen** finden.

Um Mißverständnisse auszuschließen, ist darauf zu verweisen, dass die beschriebenen **meßbaren Defizite** der Rumpfmuskulatur **nicht** automatisch **Ursache** der Rückenschmerzen sind. **Ursachen** und **Folgen** sind hier nur schwer zu trennen. Natürlich gibt es noch andere Mechanismen, die als Ursache in Frage kommen. Da diese aber die Grenzen des Fachgebietes Sportwissenschaft überschreiten, sei nur der Hinweis darauf erlaubt, ohne näher darauf eingehen zu können.

Im **rehabilitativen** Bereich beweisen zahlreiche Studien, dass eine **frühfunktionelle Anschlussheilbehandlung**, nicht nur mit Krankengymnastik und herkömmlicher Bewegungstherapie, sondern vorwiegend unterstützt durch ein **spezielles Krafttraining** an isokinetischen und ähnlichen Trainingsgeräten, die Funktions- und Gebrauchsfähigkeit betroffener Körperregionen **schneller** zu reaktivieren vermag. Mit Hilfe **gesundheitsorientierter Krafttrainingsprogramme** konnte das **subjektiv empfundene Beschwerdebild** von **27 chronischen Rückenpatienten** um **74 %** erheblich **reduziert** werden (MANNICHE, LUNDBERG, CHRISTENSEN, BENTZEN, HESSELSON 1991).

KIESER 1991 untermauert durch seine Studie den möglichen Erfolg eines **progressiven dynamischen Krafttrainings** der Rumpfmuskulatur. Durch den Trainingsprozeß konnten bei **80 %** der **89** männlichen und **60** weiblichen

Rückenpatienten eine **signifikante Verbesserung** des **Beschwerdebilds** erzielt werden. **54 %** der Probanden erreichten eine **Schmerzfreiheit**.

Auch KESSLER u. Mitarb. 1994 bewirkten bei **prächronischen** Rückenschmerzpatienten mit einem **zweifwöchigen** Krafttrainingsprogramm **signifikante Schmerzreduzierungen**. Die Probanden trainierten **zweimal** in der Woche an **10 NAUTILUS® - Geräten** ein **Einsatz - Training** mit **12 - 15** Wiederholungen und führten für **eine Woche vor** und **nach** dem Trainingsregime ein **Schmerz - Tage - Buch**. Eine **Kontrollgruppe**, die anfangs wöchentlich und nach 6 Wochen **täglich Progressive - Muskelrelaxations - Sitzungen** besuchte, verzeichnete **keine signifikanten Verbesserungen**. Bei einer **Follow - up Untersuchung** drei Monate nach Beendigung des Trainingsregimes war bei der **NAUTILUS® - Gruppe** eine **deutliche** und bei der **Relaxations - Gruppe** eine noch **gravierendere Schmerzzunahme** zu konstatieren.

In Bezug hierauf geben KESSLER u. Mitarb. 1994 eine kontrollierte Studie an **chronischen Rückenschmerzpatienten** von RISCH, NORVELL, POLLOCK, RISCH, LANGER, FULTON, LEGGETT, GRAVES 1990 an, bei der mit Hilfe eines **zehnwöchigen NAUTILUS® - Krafttrainingsregimes** (1 Stunde pro Woche) die Angaben über das **subjektive Schmerzempfinden** **signifikant** im Vergleich zur Kontrollgruppe **abnahmen**.

KESSLER, NEEF, GRUPP 1993 und RISCH 1993 halten einen **Trainings - Interventionszeitraum** von **mehreren** Monaten als notwendig, um das **Schmerzerleben** und die **psychologische** Verfassung bei einem **chronischen** Rückenschmerzverlauf zu reduzieren.

**Alle 36 Probandinnen** der vorliegenden Studie beklagten sich zu Beginn über **Rückenprobleme** verschiedenster Art. **50 %** der Frauen gaben eine **Schmerzdauer** von über **zwei Jahren** an, wobei der **Häufigkeitsgipfel** bei den **51- bis 68-jährigen** Teilnehmerinnen auszumachen war. Bei den **28- bis 48-jährigen** Frauen konnten **60 %** der Nennungen im Bereich von **6 bis 24 Monaten** registriert werden. Nur **drei** Probandinnen befanden sich in der **prächronischen** Phase (Abbildung 28: Zeitspanne seit des erstmaligen Schmerzauftretens, S. 80). Am häufigsten trat der Rückenschmerz **»bei«** oder **»nach«** länger andauernden **dynamischen** bzw. **statischen Belastungen** auf (47,2 %). Dies könnte ein

Hinweis auf eine zu schwach ausgeprägte Rumpfmuskulatur bezogen auf die monotonen Alltagsbelastungen sein. **19,4 %** der Frauen nahmen »**permanent**« Rückenschmerzen wahr, und die gleiche Anzahl von Nennungen lagen im Bereich »**regelmäßig**«. Bei **16,7 %** der Teilnehmerinnen traten die Rückenprobleme »**in**« bzw. »**nach**« **Ruhephasen** auf. Bei einem geringeren Teil der Untersuchungsgruppe (13,8 %) wurden »**sporadisch**« - ohne nennenswürdigen Grund - Schmerzen erfahren (Abbildung 29: Zeitpunkt der Schmerzwahrnehmung, S. 81). Die **Ergebnisse** der vorliegenden Studie stehen tendenziell im **Einklang** mit den experimentellen Befunden, die in der Literaturrecherche aufgeführt sind. Rückenschmerzpatientinnen, die ein **regelmäßiges Rücken - Schutz - Programm** absolvieren, **reduzieren** schon nach einem Interventionszeitraum von **3 Monate** erheblich das individuelle **Schmerzerleben**. Ausgehend von einer anfangs beurteilten Schmerzsituation, die im Bereich von »**permanent**« (32,4 %), »**zeitweise**« (29,7 %) und »**nach Belastung schmerzhaft**« (37,8 %) einzuordnen war, verschob sich der Schmerzintensitätsgipfel in Richtung »**zeitweise**« (13,9 %), »**nach Belastung schmerzhaft**« (22,2 %), »**leicht schmerzhaft**« (36,1 %) und »**keine Schmerzen mehr**« (27,8 %)!

Obwohl in der **ersten** Untersuchungsphase **25 %** der Frauen »**während des Trainings**« leichte Rücken- (n = 2) bzw. Gelenkschmerzen (n = 9) verspürten, wurde **keine** Nennung bezüglich eines Schmerzempfindens »**nach dem Training**« registriert (Abbildung 30: Schmerzzustand der 36 Probandinnen vor Aufnahme, nach 13 und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm des PRÄVENTAS® - Institutes in Hannover, S. 82).

Nach insgesamt **26 Wochen** Trainingsregime nahmen **57,9 %** der Teilnehmerinnen nur noch »**leichte**« Rückenschmerzen wahr und die restlichen **42,1 %** gaben an, »**keine**« Schmerzen mehr zu haben. Bei dem Trainingsregime traten während der zweiten Untersuchungshälfte bei nur noch **15,8 %** der Teilnehmerinnen **leichte Gelenk-**, aber **keine Rückenprobleme** mehr auf.

Bei den **Trendangaben** der Frauen werden diese **Schmerzreduzierungen** wie folgt bewertet.

Nach **13 Wochen** beurteilten **38,9 %** der **Frauen** die Entwicklung als »**besser**«, **36,1 %** als »**wesentlich besser**« und **22,2 %** als »**schmerzfrei**«. Nur **eine** Frau



umschrieb ihren Erfolg als »*etwas besser*«. **Keine** Nennungen wurden im Bereich »*unverändert*« oder »*schlechter*« registriert.

Bei der Abschlußbefragung **nach 26 Wochen** Trainingsregime wurden **63,2 %** der Nennungen bei der Einstufung »*wesentlich besser*« und **36,8 %** bei »*schmerzfrei*« gezählt. Aufgrund dessen, dass auch bei der Abschlußbefragung **keine** Nennungen im Beurteilungsbereich »*unverändert*« oder »*schlechter*« dokumentiert wurde, kann man von einem **100%igen Erfolg** sprechen (Abbildung 31: Trendangaben bezüglich des Schmerzempfindens nach 13 und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm der Probandinnen in dem PRÄVENTAS® - Institut in Hannover, S. 83)!

Diese Befunde **übertreffen** damit im wesentlichen die Ergebnisse von GARBE 1988, FULTON, JONES, POLLOCK, GRAVES, CIRULLI, LEGGETT, CARPENTER, JONES 1990, KIESER 1991, MANNICHE, LUNDBERG, CHRISTENSEN, BENTZEN, HESSELSON 1991, MOONEY 1991, MAYER, GATCHEL, KISCHINO, KEELEY, CAPRA, MAYER, BARNETT, MOONEY 1992, KESSLER u. Mitarb. 1994, DENNER 1995b und MEYER - KÖHLER 2001.

Es stellt sich folglich die **Frage**, worauf sich die **schmerzreduzierende Wirkung** des **präventiven Trainingsregimes** zurückzuführen läßt.

KESSLER et al. 1994 führen zunächst **psychologische Faktoren** an, da beispielsweise eine rein **kognitiv** vermittelte Steigerung der **Selbsteffizienz** positive Auswirkungen auf die **Schmerzsymptomatik** chronischer Rückenschmerzpatienten hat. Des Weiteren führen sie das **Gruppenerlebnis** im Sinne einer Ablenkung von den Schmerzen als Einflußgröße auf.

SCHWARZER 1990 und BAUMANN 1992 führen eine **Gliederung** der **subjektiv** wahrgenommenen **Befindlichkeitssteigerungen** auf, die in **kurzfristige** Effekte des »*Sich - Wohlfühlens*« (während und direkt nach dem Training), **mittelfristige** Effekte des »*Sich - Ausgeglichen - Fühlens*« (im Alltag) und **längerfristige** Effekte des »*Sich - Gesund - Fühlens*« unterscheiden. Sie belegen die **positiven Korrelationen** zwischen **körperlicher Aktivität** und der **subjektiven Einschätzung** des **Gesundheitszustandes**, der **Fitneßwahrnehmung** und der verringerten **Beschwerdewahrnehmung** mit mehreren Studien. Diskutiert wird weiterhin die **Korrelation** zwischen dem **individuellen Schmerzerleben**

und dem **muskulären Aktivitätsniveau** (RISCH, NORVELL, POLLOCK, RISCH, LANGER, FULTON, LEGGETT, GRAVES 1990).

Auch eine **Hypoalgesie** durch körperliche Betätigung (exercise - induced - analgesia, HA) wird als **Schmerzreduzierer** in die allgemeine Diskussion gebracht, da ein Präventivtraining mit **Krafttrainingsanteilen** zu einer Aktivierung eines **zentralnervösen schmerzhemmenden Systems**, in deren Folge sich die Schmerzschwelle erhöht, führen kann.

DROSTE 1991 hält es für wahrscheinlich, dass ein Krafttraining unter **anaeroben Stoffwechselbedingungen** zu einer **Reizung** von **Chemorezeptoren** führt und die ausgelösten Nervenimpulse über afferente Fasern sowohl die **hypophysäre Hormonfreisetzung** stimulieren als auch das zentrale **Schmerzregulationssystem** aktivieren.

KRAEMER 1994 führt zur Frage der Reaktion der Beta - Endorphine und anderer endogener opioiden Peptide auf Krafttraining nur Daten mit einem geringen Wahrscheinlichkeitswert an.

Als wahrscheinlich wird zudem angenommen, dass die allgemeine **Verbesserung** der **körperlichen Fitness** und die damit verbundene **ausbalancierte, muskuläre Stabilisierung** der **Wirbelsäule** zu einer **Schmerzreduzierung** führt (GARBE 1988, KIESER 1991, STEINMETZ u. Mitarb. 1992, KESSLER u. Mitarb. 1994, DENNER 1995b).

#### 4.4 Auswirkungen auf anthropometrische Daten

Die Veränderungen der **körperlich - ästhetischen Situation** stellt neben den **gesundheitlichen Aspekten** eines der **sekundären Ziele** des gerätegestützten Präventivtrainings dar. Je nach Körperideal werden **Gewebestraffung** kombiniert mit einer **Reduzierung** des **Körpergewichts** bzw. des **Körperfettanteils** und der damit einhergehenden visuellen **Körperformmodellierung** anvisiert.

STEMPER 1994 führt Studien von GETTMAN, POLLOCK 1981, HEMPEL, WELLS 1985 und FLECK, KRAEMER 1988 auf, die eine geringe, **nicht signifikante** ( $p \geq 0,05$ ) **Reduzierung** des **Körpergewichts** (- 0,2 kg) und meist

**signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) **Verringerungen** des **Körperfettanteils** (- 1,7 %) bei **Circuit - Weight - Training** (CWT) Programmen belegen.

Bei Vergleichen mit reinen **Weight - Training** (WT) Methoden fällt die **Reduktion** des prozentualen **Körperfettanteils** bei **CWT - Programmen** erkennbar **deutlicher** aus.

Die **WT - Studien** zeichnen sich durch eine **Belastungsintensität** von **75 - 80 %** des individuellen Maximums, einem **Umfang** von bis zu **10 Wiederholungen**, einer **Belastungsdichte** von **3 - 4 Serien** mit dazwischen liegenden **Pausen** von mindestens **ein bis drei Minuten** und einer **Trainingshäufigkeit** von **3 Einheiten** pro **Woche** aus.

SCHMIDTBLEICHER 1987 bezeichnet diese Methode als »*Standardmethode I*«, eine Methode der wiederholten **submaximalen Kontraktionen** mit konstanten Lasten.

Bei den aufgeführten Studien, die die Wirksamkeit des **Circuit - Weight - Training** (CWT) analysieren, wurde mit einer **Intensität** von **40 - 70 %** und mehr als **10 - 12 Wiederholungen** trainiert, wobei die Pausendauer zwischen den verschiedenen Übungen zwischen **45 und 15 Sekunden** variierte.

Die insgesamt **8 bis 12 Übungen**, die als **Zirkeltraining** zu absolvieren waren, wurden **ein bis dreimal** durchlaufen. Hier handelt es sich um **Kraftausdauermethoden**, die als **Circuittraining** mit **extensiven Intervallbelastungen** gestaltet sind (JONATH 1985, SCHMIDTBLEICHER 1987).

Die für die vorliegende Untersuchung relevanten Ergebnisse der **WT- und CWT - Studien**, die entweder die **konzentrische** oder **isokinetische** Trainingsform vertreten, werden folgend aufgeführt und mit Ergebnissen des **American College of Sports Medicine** bezüglich der **LifeCircuit® - Studien**, die die **konzentrische** Trainingsform mit der **exzentrischen** kombinieren, verglichen.

Bezogen auf die Auswirkungen auf das **Körpergewicht** führt STEMPER 1994 Studienergebnisse von **CWT - Regimen** von MAYHEW, GROSS 1974, WILMORE 1976, GETTMAN, AYRES 1978, GARFIELD, WARD, COBB 1979, OYSTER 1979, GETTMANN, POLLOCK 1981, HEMPEL, WELLS 1985, MESSIER, DILL 1985, KATCH, DRUMM 1986, HARRIS, HOLLY 1987 und PETERSEN, MILLER, QUINNEY, WENGER 1988 auf, die aufgrund der leicht **divergierenden** Studiendesigns **uneinheitlichere Tendenzen** aufzeigen. **Frauen**

zeigen bei diesen Untersuchungen im Mittel eine **deutlichere Körpergewichtsreduktion** um 0,6 kg als **Männer** (- 0,2 kg). Obwohl die **CWT - Regime Ausdauer Elemente** und einen **höheren Energieumsatz** pro Zeiteinheit aufweisen als die **WT - Programme**, läßt sich, im Vergleich zu **spezifischen Ausdauerregimen**, in der Regel nur eine **geringere** und **selten statistisch signifikante** Reduktion des Körpergewichtes nachweisen.

Im Vergleich zu reinen **WT - Regimen**, wird bei den meisten **CWT - Methoden** die Minimalschwelle von **50 - 60 %** (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE 1978, 1990) der  $\dot{V}O_{2max}$  trainingsbedingt überschritten. Dabei sind die erreichten **Herzschlagfrequenzen** bei **CWT - Programmen** aber noch **kein** eindeutiges **Indiz** für eine **ausreichende** Ausschöpfung der  $\dot{V}O_{2max}$ .

WILMORE 1976, GETTMANN, POLLOCK 1981 und HEMPEL, WELLS 1985 zeigten in ihren Studien, dass die erzielten **Herzschlagfrequenzen** bei **CWT - Regimen** von **70 - 85 %** der **theoretischen maximalen** Herzschlagfrequenz nur eine **Beanspruchung** der  $\dot{V}O_{2max}$  von etwa **30 - 40 %** gegenüberstehen. Anzu merken ist dabei, dass die aufgeführten Trainingsregime auch **kleinere Muskelgruppen** wie **Armbeuger** und **Armstrecker** in das Zirkeltraining mit einbezogen haben.

Das fettfreie **Körpergewicht** steigt bei **Frauen** mittels **CWT - Programme** im Durchschnitt um **0,8 kg** meistens **statistisch signifikant** an und zeigt somit ein ähnliches Verhalten wie nach **WT - Regimen**.

Der prozentuale **Körperfettanteil** konnte mit den **CWT - Regimen** **deutlicher reduziert** werden als mit den klassischen **WT - Programmen**. Die weiblichen Probandinnen verringerten ihr Körperfettanteil durchschnittlich um **2,1 %** (WT: - 1,6 %).

Eine dem ACSM 1991 vorgelegte Studie (CASTELLANI, WARD, MARKS, KELLEHER, PULEO, RIPPE 1991) mit **47** übergewichtigen **20-** bis **49-jährigen** Frauen zeigte, dass die **Kombination** von gesundheitlich **ausgewogener Diät**, einem **Krafttraining** an **LifeCircuit®** - Stationen und ein individuell ausgerichtetes **Ausdauerprogramm** mit Herzschlagfrequenzkontrolle an **LifeCycle®** - Ergometern die **effektivste Methode** darstellt, um **dauerhaft** Körperfettprozente zu reduzieren, ohne Muskelgewebe zu verlieren (NEUMANN 1979).

Diese Ergebnisse unterstreichen die Erkenntnisse, die aus einer parallel laufenden Studie von AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991 gewonnen wurden.

Ähnlich wie BOILEAU, MASSEY, MISNER 1973 und MISNER, BOILEAU, MASSEY, MAYHEW 1974 untersuchte auch HICKSON 1980, sie werden von TEMPER 1994 aufgeführt, die unterschiedlichen Effekte von reinen **Krafttrainingsprogrammen (KT)** und **Ausdauerseinheiten (AT)** zu einem **kombinierten Training (KAT)** während einer **zehnwöchigen** Untersuchungsphase mit **5 bis 6** Trainingseinheiten pro Woche. Die Probanden der **KT - Gruppe** nahmen **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) **2,9 kg Körpergewicht zu**, während der **Unterhautfettanteil** annähernd **unverändert** (- 0,8 %) blieb. Die **AT - Teilnehmerinnen** hingegen nahmen **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) **2,2 kg Körpergewicht ab** und verringerten ihr **Unterhautfettgewebe** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **3,6 %**. Die **KAT - Gruppe** reduzierte, bei fast **gleichbleibendem Körpergewicht** (- 0,8 kg), ihren **Fettanteil** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **2,3 %**.

NIESTEN - DIETRICH, SIMON, BLOME, SCHULTE, SCHMIDT, ASSMANN 1994 untersuchten die Wirkungen eines **Geh-, Lauf- und Krafttrainings** auf die körperliche **Leistungsfähigkeit** und verschiedener **Fettstoffwechselfparameter** an insgesamt **52** bis dato **inaktiven, gesunden** Männern (Alter:  $44 \pm 7$  Jahre) über einen Interventionszeitraum von **9** Wochen. Diese wurden in eine Geh-, Lauf- und Krafttrainingsgruppe sowie Kontrollgruppe aufgeteilt.

Die Trainingsgruppen absolvierten **drei** Trainingseinheiten pro **Woche à 60 bis 90 Minuten**, mit einem **vergleichbaren kcal. - Energiemehrverbrauch** und **unveränderten Lebensstilfaktoren**. Die **Krafttrainingsgruppe** führte ein **CWT** an **acht** verschiedenen **Krafttrainingsgeräten** mit einer Intensität von **40 % bis 60 %** der muskelspezifischen Maximalkraft (15 bis 20 Wiederholungen) **2 bis 4** Serien durch.

Bezogen auf die **maximale ergometrische Leistungsfähigkeit** erreichte die **Krafttrainingsgruppe** die deutlichste, **sicher signifikante Steigerung** ( $p \leq 0,01$ ) von **2,6 auf 3,1 Watt · kg<sup>-1</sup> KG** (+ 22,0 %). Danach folgte die **Lauftrainingsgruppe** mit einer **sicher signifikanten** Verbesserung ( $p \leq 0,01$ ) von **2,8 auf 3,2 Watt · kg<sup>-1</sup> KG** (+ 16,0 %) und letztendlich die **Gehgruppe** mit nur **tendenziellen** Zuwachsraten von **2,1 auf 2,2 Watt · kg<sup>-1</sup> KG**.

Die **kardio - vaskuläre Fitness**, die an der gewichtsbezogenen **PWC 150** gemessen wurde, zeigte in der **Lauftrainingsgruppe** einen **sicher signifikanten Zuwachs** ( $p \leq 0,01$ ) von **24 %**, in der **Krafttrainingsgruppe** **signifikante Verbesserungen** ( $p \leq 0,05$ ) um **19 %**. Auch bei diesem Parameter konnte sich die **Gehtrainingsgruppe nicht signifikant** verbessern. Das **Körpergewicht** konnte **tendenziell** (- 0,8 bis - 1,0 kg) verringert werden.

Aufgrund einer sehr geringen Streuung in der **Krafttrainingsgruppe** konnte die **Körpergewichtsreduzierung** als **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) eingestuft werden.

Veränderungen der **Umfangmaße** spielen für die **Evaluation** von **CWT - Regime** nur eine untergeordnete Rolle.

Die von STEMPER 1994 aufgeführten **CWT - Untersuchungen** zeigen erwartungsgemäß nur **geringfügige** Änderungen der **Extremitätenumfänge**. Es wird aber darauf hingewiesen, dass bei einigen **CWT - Studien** Frauen ihre **Oberschenkel-, Bauch- und Hüftumfangsmaße reduzieren** konnten.

Trotz der statistischen Absicherung vieler anthropometrischer Ergebnisse, fallen bei den aufgeführten Studien die Veränderungen nur sehr gering aus.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen der ACSM - Studien (AHLQUIST et al. 1991, CASTELLANI et al. 1991).

Bezieht man die Ergebnisse auf die relativ **kurzen Interventionen** der aufgeführten Studien von durchschnittlich **9,5 Wochen**, liegt durchaus eine sehr **praktische Relevanz** vor.

Frauen zeigten bei **CWT - Programmen** mit durchschnittlich - **2,1 %** in den von STEMPER 1994 analysierten Studien, bzw. mit durchschnittlich - **1,9 %** in den von STEMPER 1994 durchgeführten Untersuchungen **prägnantere Reduzierungen** des **Fettanteils** auf, als Frauen in **WT - Programmen** mit gleicher Interventionsdauer (8 - 12 Wochen).

STEMPER 1994 weist daraufhin, dass eine **enge Korrelation** zwischen **Trainingsgesamtumfang** und **Körperfettreduzierung** bei den **CWT - Programmen** zu erkennen ist.

MEYER - KÖHLER 2001 belegt mit einer Studie, die ein deckungsgleiches Studiendesign aufweist, eine **signifikante Reduzierung** des **Körperfettanteils** bei **Männern** von **4,8 %** nach **6 Monate Rücken - Schutz - Programm**.

Die experimentellen Befunde der vorliegenden Untersuchung belegen, dass diese Erwartungen durch ein **Einsatz - Präventivtraining mit Herz - Kreislaufpassagen** mehr als erfüllt werden können.

Die vorliegenden Ergebnisse bezüglich des **Körperfettanteils übertreffen** die in der Literaturrecherche aufgeführten **Frauen - Trends** bei **CWT - Methoden** ohne Herz - Kreislauftrainingspassagen und den Ergebnissen von CASTELLANI, WARD, MARKS, KELLEHER, PULEO, RIPPE 1991, unter Berücksichtigung gewisser Einschränkungen bezüglich der teils differierenden Studiendesignes.

Die **Körperfett determinierungen** für **Frauen** des Microfit - Systems basieren auf drei Studien (DURNIN, WORMESLEY 1974, JACKSON, POLLOCK, WARD 1980, JETTE 1981) in denen insgesamt **7.098 Probandinnen**, bei denen das **Körperfett** durch **Unterwasserwiegen** gemessen und durch **Hautfaltenanalysen** mittels der Gleichung von DURNIN, WORMESLEY 1974 ermittelt wurde.

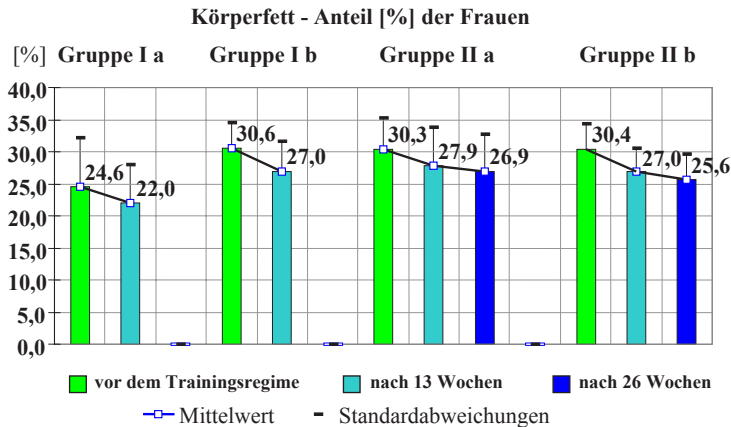
Die Körperfettbestimmung mittels Kalipermetrie definierter Hautfalten ist im Vergleich zu Labormethoden (Densitometrie, Hydrometrie, Kaliometrie) oder zu neueren Methoden wie Impedanz- oder Infrarotmessungen für die Sportmedizin eine ausreichend zuverlässige und praktikable Methode (HERM 2003).

Die Diskussion der Auswirkungen auf **anthropometrische Daten** erfolgt getrennt nach den vier definierten Frauengruppen:

- ❑ **Gruppe I a** (28- bis 48jährige) und **I b** (51- bis 59jährige), die beide ein **dreimonatiges** Trainingsregime absolviert haben und
- ❑ **Gruppe II a** (28- bis 48jährige), und **II b** (59- bis 68jährige), die **sechs Monate** trainierten.

Auffallend ist, dass die **28- bis 48-jährigen** Frauen der **Gruppe II a** sowohl bei dem Eingangs-, Re - Test als auch bei dem Abschluß - Test einen wesentlich **höheren Körperfettanteil** (30,3 % | 27,9 % | 26,9 %) aufwiesen als die gleichaltrigen Frauen der **Gruppe I a** (24,6 % | 22,0 %). Beide Frauengruppen reduzierten ihr Fettanteil in den ersten **drei** Monaten um **2,6 %** (Gruppe I a) bzw. **2,4 %** (Gruppe II a) vergleichbar.

Die **Körperfettereduzierungsquoten** in den einzelnen Frauengruppen werden in der **Abbildung 63** dargestellt.



**Abb. 63:** Mittelwerte (M) und Standardabweichungen ( $\pm 1$  s) des **Körperfett-Anteils [%]** der Frauen **vor** dem Trainingsregime, **nach 13 Wochen** und **nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm** im **PRÄVENTAS®** - Institut in Hannover.

Die **älteren** Frauen dezimierten ihren Anteil an **Körperfett** um **3,6 %** (Gruppe I b) bzw. **3,4 %** (Gruppe II b) auch **tendenziell** analog, dafür aber ausgeprägter als die jüngere Vergleichsgruppe.

Obwohl die durchschnittliche **Unterhautfettereduzierung** deutlicher als bei den meisten in der Literaturrecherche aufgeführten Untersuchungen ausfällt, konnte aufgrund der kleinen Stichproben ( $n = 7$ ,  $n = 8$ ,  $n = 9$ ,  $n = 12$ ) und der daraus resultierenden Streuung nur bei **einer** Frauengruppe nach **sechs** Monaten Präventivtraining **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Unterhautfettereduzierungen festgestellt werden. Dieser Trend beweist, dass ein **Einsatz - Präventivtraining** mit **Herz - Kreislaufpassagen** den **Körperfettanteil** auch bei anfangs **untrainierten Frauen** **positiv beeinflussen** kann.

Das **Microfit - System** wertet die ermittelten Daten in Form einer **glatten Perzentilkurve** von **2 bis 98 Perzentil** aus und erstellt an Hand von mehreren



Studien (DURNIN, WORMESLEY 1974, WILMORE 1976, JACKSON, POLLOCK, WARD 1980, CANADIAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 1981, JETTE 1981, GOLDING, MEYERS, SINNING 1989, DEGITZ 1991) und gesammelten Daten von Microfit - System - Benutzern einen **Vergleichsmaßstab** für die Körperfettprozente. Diese unterteilen sich in den Kategorien »**SCHLECHT**«, »**NICHT FIT**«, »**STANDARD**«, »**FIT**« und »**AUSGEZEICHNET**«.

Die Bewertung »**FIT**« liegt für

- 20- bis 29-jährige **Frauen** zwischen **20 %** und **23 %**, für
- 30- bis 39-jährige **Frauen** zwischen **22 %** und **25 %**, für
- 40- bis 49-jährige **Frauen** zwischen **24 %** und **27 %**, für
- 50- bis 59-jährige **Frauen** zwischen **26 %** und **29 %** und für
- 60- bis 69-jährige **Frauen** zwischen **28 %** und **31 %** .

Die **Microfit - System - Bewertungen** bezüglich der Eingangs-, Re- und Abschluß - Testung zeigen für die Frauen folgenden Trend auf (Tabelle 31).

**Tab. 31: Beurteilungen des Körperfett - Anteils [%] vor dem Trainings-  
regime, nach 13 Wochen und nach 26 Wochen Rücken - Schutz -  
Programm**

Beurteilungen					
	Schlecht	Nicht fit	Standard	Fit	Ausgezeichnet
<b><u>Gruppe I</u></b>					
vor TR	1	2	4	6	4
nach 13 Wo.	0	2	1	6	8
<b><u>Gruppe II</u></b>					
vor TR	3	5	4	4	3
nach 13 Wo.	2	1	6	4	6
nach 26 Wo.	1	1	6	5	6

**Signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Veränderungen bei **untrainierten** Frauen sind, aufgrund der anfangs schlechteren **kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit**, aber erst bei einer Interventionsdauer von **mindestens 26 Wochen** zu erwarten.

Das **Körpergewicht** konnte wie bei den aufgeführten **CWT - Studien** nur gering und **nicht signifikant** ( $p \geq 0,05$ ) reduziert werden.

Nach den ersten **13 Wochen** verringerten die Frauen der **Gruppe I a** ihr **Körpergewicht** um durchschnittlich **800 g**, während dessen die Frauen der **Gruppe I b** es um **300 g** - trotz **Körperfettreduzierung** um durchschnittlich **- 3,6 %** - **steigerten**.

Die Teilnehmerinnen der **Gruppe II a** dezimierten ihr **Körpergewicht** nach einer anfänglichen Körpergewichtszunahme von **200 g** (bis zur 13. Woche) letztendlich um durchschnittlich **800 g** (26. Woche).

Die **Gruppe II b** verbuchte nach insgesamt **sechs** Monaten Trainingsregime **500 g Gewichtsverlust**.

Dieser Befund ist als typischer Beleg dafür zu werten, dass häufig im **absoluten Körpergewicht** (Bruttogewicht) der **Gewinn an Magermasse** durch den **Verlust an Fettgewicht** [%] wieder ausbalanciert wird.

RIPPE 1992, Leiter des EXERCISE PHYSIOLOGY AND NUTRITION LABORATORY des ACSM, der gleiche Entwicklungen bei seinen von der Kanadischen Vereinigung für Sportwissenschaften (CASS) offiziell anerkannten Studien (WARD, RIPPE 1987, RIPPE 1988, WARD, EBBELING, DEDRICK, WILKIE, RIPPE 1988, , WILKIE, WARD, PARKER, O'HANLEY, HAGAN, BERTAGNOLI, RIPPE 1989, AHLQUIST, HINKLE, WEBBER, WARD, RIPPE 1991, AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991, CASTELLANI, WARD, MARKS, KELLEHER, PULEO, RIPPE 1991) ausmachen konnte, erklärt hierzu, dass **allein** durch eine **reduzierte Kalorienzufuhr** herbeigeführte **Gewichtsverluste** in der Regel **außer Fett** auch **Muskeln abbauen**. Eine Ergänzung der Diät durch **Crosstraining** (Kombination von Kraft- und Ausdauertraining) hilft, wertvolles **Muskelgewebe** zu **bewahren** bzw. **hinzuzugewinnen** und beugt damit dem bekannten **Jojo - Diät - Effekt** vor.

Bei der oben genannten Studie von CASTELLANI, WARD, MARKS, KELLEHER, PULEO, RIPPE 1991 stellte sich heraus, dass die **Frauen**, die nur ein **Diätprogramm** absolvierten, neben **Flüssigkeit** und **Fett-** auch **Muskelmasse reduzierten**, wodurch der Jojo - Diät - Effekt vorprogrammiert war.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung spiegeln tendenziell die Befunde der aufgeführten **CWT - Studien** wieder, wobei die durchschnittliche **Trainings-**

**häufigkeit** mit ca. **1,33** bis **1,9** Trainingseinheiten pro Woche und somit auch der zeitliche Aufwand **unter** dem **Durchschnitt** vergleichbarer Studien liegt.

#### 4.5        **Auswirkungen auf das muskuläre Funktionssystem in Abhängigkeit von Dauer, Umfang, Intensität, Muskelaktivität und Flexibilität**

Neben der Körperformmodellierung ist die Verbesserung **motorischer Fähigkeiten** ein wesentliches Ziel des gerätegestützten Präventivtrainings. Bezüglich der präventiv - medizinischen oder gesundheitssportlichen Sinnggebung dominieren neben der Beeinflussung der motorischen Eigenschaft **Kraft** die Verbesserung oder Erhaltung von **Ausdauer** und **Beweglichkeit** (STEMPER 1994).

Als häufige **Ursache akuter** und **chronischer Beschwerden** des **Stütz- und Bewegungsapparates** werden **Muskeldefizite** und **neuro - muskuläre Imbalancen** beobachtet und diskutiert (FREIWALD, ENGELHARDT 1996).

Somit gewinnt die **Quantifizierung** der **Muskelkraft** und der **Muskeldehnfähigkeit** im Rahmen **präventiver** aber auch **rehabilitativer** Trainingsmaßnahmen bei der Diagnostik **akuter** und **chronischer Beschwerdezustände** immer mehr an Relevanz.

Von besonderer Bedeutung ist diejenige Forschung, die sich mit der **Wiederherstellung** der **funktionellen Kapazität** der Wirbelsäule bzw. des Patienten beschäftigt. Für diese Ausarbeitung ist die Anerkennung des **positiven** Ausmaßes des **individuell ausgerichteten Bewegungstrainings** bei Erkrankungen der Bewegungsorgane von großer Bedeutung. Dabei sind nicht nur das **präventiv** wirkende Training, zum Ausgleich von **Belastungs- / Leistungsschwächen**, sondern auch die **positiven** Einflüsse eines gezielten Bewegungstrainings auf bereits **manifestierte, degenerative** Schäden zu erwähnen. Mit Hilfe **gesundheitsorientierter Krafttrainingsprogramme** konnten beispielsweise dystrophische Gewebsveränderungen vermieden werden (GARBE 1988).

Des Weiteren konnte die **isometrische Maximalkraft** der **Rumpfflexoren** um durchschnittlich **17 - 23 %** und die **Rumpfflexoren** um durchschnittlich **26 - 30 %** verbessert werden (SMIDT, BLANPIED, WHITE 1989).

MANNICHE, LUNDBERG, CHRISTENSEN, BENTZEN, HESSEL SOE 1991 führen zudem auf, dass das **subjektiv** empfundene **Beschwerdebild** von **27 chronischen** Rückenpatienten um **74 %** erheblich **reduziert** wurde.

In ätiologischer Hinsicht wird vermutet, dass **neuro - muskuläre Dysbalancen** vielen Überlastungsschäden vorausgehen und solche induzieren. Daraus folgernd sollten die Abweichungen **nervöser, humoraler** und **struktureller** Befunde von intra- und interindividuell normativen Werten als Früherkennungszeichen genutzt werden, bevor Schäden oder Beschwerden auftreten. Die bekannten **Adaptationskapazitäten** der Muskulatur sollten so früh wie möglich eingesetzt werden, um durch eine Verschiebung der Balance strukturelle und funktionelle Störungen des Bewegungsapparates, wie etwa **rezidivierende chronische Reizzustände** der Wirbelsäule, präventiv zu begegnen (MÜLLER, HILLE 1996).

Um objektive Daten für eine rational begründete Therapie- bzw. Trainingsplanung zu erhalten, werden unterschiedliche Methoden **sportmotorischer Test** angewendet. Unter sportmotorischen Tests versteht BÖS 1987

*"... wissenschaftliche Routineverfahren zur Untersuchung eines oder mehrerer theoretisch definierbarer und empirisch abgrenzbarer Persönlichkeitsmerkmale. Gegenstandsbereiche sind das individuelle, allgemeine und spezielle motorische Fähigkeitsniveau. Ziel ist eine möglichst quantitative Aussage über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung ..."* (BÖS 1987, S. 61)

Somit sollte gewährleistet sein, dass mit Hilfe sportmotorischer Tests die

*"... allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit..."*

*"... die Komponenten der sportmotorischen Leistungsfähigkeit ..."*

(BÖS 1983, S. 221)

ausreichend genau und im Wesentlichen den **testtheoretischen Erfordernissen** erfaßt werden. Es handelt sich also um **grobdagnostische Verfahren**, die vor allem Aussagen über die **momentane Situation** der **motorischen Eigenschaften** bzw. **Fähigkeiten** bezüglich der **Kraft** und der **Beweglichkeit** zulassen. Verbreitete Verfahren in der Krankengymnastik sind **semiobjektiv** beurteilte **Muskel-funktionstests** und **indirekte Methoden** wie **Umfangmessungen** einer Extremität zur kontralateralen Extremität (BÖS 2001).

Zur Klärung **wissenschaftlicher Fragestellungen** werden häufig **isometrische** oder **isokinetische Diagnostikmethoden** eingesetzt. Die **isokinetischen Analysen**, durch die objektive Rückschlüsse auf das **Kraftverhalten** für den Bereich der **Maximalkraftentwicklung** und das lokale **Kraftausdauerverhalten** möglich sind, gewannen in den letzten Jahren zunehmend an diagnostischer Bedeutung (MAYER, HORSTMANN, KÜSSWETTER, DICKHUT 1994).

Die **isokinetischen** Testergebnisse sind aufgrund **standardisierter Probandenpositionierung**, **kontrollierter Testbewegungsradien** und **-geschwindigkeiten** gut vergleichbar. Sie sind aber als **realitätsfern** zu bezeichnen, da im **alltäglichen Bewegungsablauf** kaum eine Bewegung mit **konstanter Bewegungsgeschwindigkeit** existiert.

Die **isometrischen Testverfahren** sind ebenso gut vergleichbar, da sowohl die **Bewegungsgeschwindigkeit** [ $0^\circ \cdot s^{-1}$ ], als auch die **Probandenposition** als **Konstante** kontrolliert und das **Drehmoment** bzw. die **Kraft** als Meßvariable registriert werden kann (MÜLLER, HILLE 1996).

In der vorliegenden Untersuchung wurden **isometrische Testverfahren** für die Ermittlung der **muskulären Aktivität** der **Rumpfflexoren** und **-extensoren** mit Hilfe einer **Oberflächen - EMG** Messung und die **dynamisch / isometrische SET - UP** Testmethode der **LifeCircuit®** - Systeme für die Erfassung der **tagesaktuellen Trainingsbelastbarkeit** eingesetzt.

Außerdem wurde mit dem **»sit & reach«** Test die **Flexibilität** der **dorsalen Rumpf-, Hüft- und Beinmuskulatur** getestet.

Es hat sich bei der Messung des **Innervationsverhalten** ausgewählter Muskeln bewährt, die **elektrische Aktivität** mit sogenannten **Oberflächenelektroden** abzuleiten. Gegenüber der **Nadel - EMG** Methode hat das **Oberflächen - EMG** zwei wesentliche Vorteile. Elektroden, die auf der Haut positioniert werden, können **Aktionsströme** einer **größeren Anzahl** von **Muskelfasern** registrieren, so dass die Funktion des untersuchten Muskels besser beurteilt werden kann. Des Weiteren fallen bei der oberflächlichen EMG - Methode **schmerzbedingte Kontraktionshemmungen**, die bei der Nadel - EMG Methode nicht auszuschließen sind, weg (v. OW 1987).

Die in dieser Untersuchung erhaltenden EMG - Werte weisen bei den **jüngeren Frauen** **sicher signifikante** ( $p \leq 0,01$ ) Verbesserungsraten (+ 33,9 % und + 36,4

%) der **Bauchmuskelpotentiale** und **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Steigerungen (+ 32,6 % und + 19,0 %) der **lumbalen Rückenstreckerpotentiale** innerhalb der ersten **13 Wochen** auf. Nach insgesamt **26 Wochen** konnten die Veränderungen als **hoch signifikant** ( $p \leq 0,001$ ) - Bauch: insgesamt + **43,5 %** - und **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) - Rücken: insgesamt + **29,1 %** - bezeichnet werden.

Die **älteren** Teilnehmerinnen (Gruppe I b und II b) starteten im Vergleich zu den jüngeren Probandinnen mit durchschnittlich **höheren**, körperlsgewichtsbezogenen **EMG - Werten**, verbesserten sich aber nach **13 bzw. 26 Wochen nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ).

Aufgrund der stärkeren Streuung bei den Teilnehmerinnen der **Gruppe I b und II b** konnten **keine signifikanten** ( $p > 0,05$ ) Unterschiede **zwischen** den **jüngeren** und **älteren** Frauengruppen ausgemacht werden.

Die **Gruppe I b** verbesserte ihre **Bauchmuskelpotentiale** bis zu **13. Woche** um **12,0 %** und ihre **Rückenstreckerpotentiale** um **17,6 %**. Aufgrund der anfangs **hypoaktiven Rückenstreckerpotentiale** der **Gruppe II b**, die nach **13 Wochen** Trainingsregime um **7,9 % geringer** ausfielen, nach **weiteren 13 Wochen** dann wieder um **1,2 %** anstiegen, ergab sich für diese Gruppe interne **signifikante** ( $p \leq 0,05$ ) Differenzen zur **Bauchmuskellaktivität**. Diese erfuhr im Vergleich zur **Rückenmuskulatur** bis zu der Kontrolluntersuchung eine **Aktivitätszunahme** um **5,8 %** und bis zu der **Abschlußuntersuchung** um weitere **5,5 %**.

Es läßt sich **kein eindeutiger Trend** erkennen. Die Frauen der **Gruppe I a** verbesserten ihre **Bauchmuskelpotentiale** analog zu den **Rückenstreckerpotentiale**. **Gruppe I b** steigerte ihre durchschnittliche **Rumpfflexorenaktivität stärker** als die Aktivität der **Rumpfflexoren**.

Die Teilnehmerinnen der **Gruppe II a** prägten innerhalb der ersten **13 Wochen** hingegen ihre **Bauchmuskell - EMG Werte** prozentual **besser** aus als in den folgenden **drei Monaten**.

Drei Probandinnen der **Gruppe II b** fallen mit **sehr hohen** EMG Anfangswerten bezüglich der **lumbalen Rückenstrecker** deutlich auf. Sie heben durch ihre EMG - Werte, die im Schnitt um **85 %** höher liegen als die Werte der restlichen Gruppenangehörigen, das **Bauch- / Rückenmuskelpotential - Verhältnis** auf **1:1,85**. Meßfehler sind als unwahrscheinlich anzusehen, da aufgrund der bemer-

kenswerten Differenzen zusätzliche Kontrollmessungen durchgeführt wurden, die die aufgeführten Werte bestätigten.

Grenzt man diese Ausreißer - Werte aus, so erhält man für die übrigen Frauen der **Gruppe II b** ein **Kraftverhältnis Rumpfflexoren zu -extensoren** von **1:1,44**. Parallel zu der registrierten **Reduzierung der Rückenstreckerpotentiale** nahmen die **Bauchmuskelpotentiale** der **Gruppe II b** zu, so dass sich das Kraftverhältnis nach **13 Wochen** über **1:1,61** auf **1:1,55** nach insgesamt **26 Wochen** nähert.

In **Einzelfällen** dieser Gruppe konnten schmerzbedingte, hyperaktive / hypoaktive EMG - Verhältnisse, die beispielsweise **anfangs** bei **1:2,23** bzw. **1:5,14 (!)** lagen, nach **26 Wochen Trainingsregime** auf **1:1,36** bzw. **1:3,37** genähert werden. Diese **Verbesserung** verlief **analog** zu der **subjektiv** wahrgenommenen **Schmerzreduzierung**.

Die **Tabelle 32** zeigt die **durchschnittlichen Kraftverhältnisse** für die einzelnen Gruppen, bezogen auf die angewandten Testmethoden.

**Tab. 32: Körpergewichtsbezogene Muskelpotential - Verhältnisse  
Rumpfflexoren zu Rumpfextensoren - Gruppe I und II**

	Eingang - Test	Re - Test	Abschluss - Test
<u>Gruppe</u>	<u>Bauch : Rücken</u>	<u>Bauch : Rücken</u>	<u>Bauch : Rücken</u>
I a	1 : 1,103	1 : 1,093	—
I b	1 : 1,134	1 : 1,191	—
II a	1 : 1,890	1 : 1,037	1 : 1,066
II b	1 : 1,854	1 : 1,614	1 : 1,549

Die größte Aufmerksamkeit bezüglich der vorliegenden Thematik galt in den letzten Jahren der Ermittlung des **normalen** oder **gesunden Kraftniveaus** bzw. **Kraftverhältnisses** von **Rumpfflexoren** zu **-extensoren** bei einem Vergleich zu **Rückenschmerzpatienten**. Aufgrund dessen, dass bei den bislang bekannten Untersuchungen oftmals mit **verschiedenartigen Testbedingungen** und **Meßmethoden** vorgegangen wurde, muß davon ausgegangen werden, dass die in der

Praxis ermittelten Kraftwerte und -verhältnisse die reale Situation verzerren bzw. nur methodikbezogen wiedergeben können.

Für diese Untersuchung werden folgende **Erkenntnisse** aufgeführt, die **themenbezogen** mit **annähernd vergleichbaren Methoden** bzw. **Studiendesignes** ermittelt wurden.

Bezogen auf den Untersuchungen von DENNER 1995a, beträgt die **absolute Maximalkraft** von **gesunden Frauen** bei den lumbalen / thorakalen **Rückenstreckern** durchschnittlich **55,9 %** und bei den **Rumpfflexoren** durchschnittlich **52,6 %** der absoluten Maximalkraft der entsprechenden Muskulatur **gesunder Männer**.

GRAVES, POLLOCK, CARPENTER, LEGGETT, JONES, MAC MILAN, FULTON 1990 ermittelten bei **Frauen** durchschnittlich **67,0 %** und CARPENTER, POLLOCK, GRAVES, LEGGETT 1991 **74,3 %** der **lumbalen** Extensionsmaximalkraft zu denen von **Männern**. Beide Autoren gaben die gemessenen isometrischen Maximalkraftwerte in Form von **relativen**, auf das Körpergewicht bezogene **Maximalkraftwerte** an.

Die im Jahre 1992 von der UNIVERSITY OF FLORIDA (Gainesville), CENTER FOR EXERCISE SCIENCE, publizierten **alters- und geschlechtsspezifischen Normdaten** bezüglich der absoluten **isometrischen Maximalkraft** der **lumbalen Rückenstrecker** weisen die **höchsten** und annähernd **gleichen Kraftwerte** bei den **Frauen** in der Gruppe der **18- bis 35-jährigen** auf. Die **36- bis 59-jährigen** Frauen verfügten über **97 %** und die **60- bis 78-jährigen** nur noch über **73 %** der ermittelten **Muskelkraft** in bezug auf die erstgenannte Gruppe (UNIVERSITY OF FLORIDA 1992).

Von CARPENTER 1993 wurde bei Frauen zwischen dem **18. und 59. Lebensjahr keine signifikanten Veränderungen** im Bereich der **lumbalen Extensoren** festgestellt. Erst ab dem **60. Lebensjahr** traten **signifikante Verluste** der **maximalen isometrischen Kraftwerte** auf.

NEWTON, SOMERVILLE, HENDERSON, WADDELL 1993 untermauern diesen Sachverhalt. Sie fanden bei **isokinetischen Rumpfkraftanalysen** bei **20- bis 55-jährigen** Probandinnen **keine signifikanten Unterschiede**.

DENNER 1995a weist weiterhin auf Studien von SINAKI, OFFORD 1980 und von MOONEY 1994 hin, die belegen, dass sich die **isometrische Maximalkraft**



der **Rumpfextensionsmuskulatur** bei **Frauen** im Alter von **49 - 65** Jahren **signifikant verringert** bzw. der **altersbedingte** Kraftverlust der **Rumpfextensoren** und **Rumpfflexoren** gleich groß ist.

Untersuchungen von HASUE, FUJIWARA, KIKUCHI 1980 und NORDIN KAHANOVITZ, VERDERAME, PARNIANPOUR, YABUT, VIOLA, GREENIDGE, MULVIHILL 1987 beschäftigen sich mit der **Maximalkraftmessung** der lumbal / thorakalen **Extensoren** und **Flexoren** in der **Rücken-** bzw. in der **Bauchlage**, um die Kraftverhältnisse von Rumpfflexoren zu Rumpfextensoren darzustellen.

HASUE et al. 1980 untersuchten die **Rumpfmuskulatur** von **50** beschwerdefreien **Frauen** im Alter von **10** bis **59** Jahren. Die Kraft der **Rumpfflexoren** wurde in der **Rückenlage** mit gebeugten Hüft- und Kniegelenken, die Kraft der **Rückenstrecker** in **Bauchlage** mit gestreckten Hüft- und Kniegelenken gemessen. Sie stellten fest, dass gerade bei **Frauen** die **Rumpfflexoren** nicht so hohe Kraftwerte aufweisen wie die **Rumpfextensoren**. Die **Verhältnisse** von **Flexoren** zu **Extensoren** liegen bei **1:1,43** (10- bis 19-jährige), **1:1,52** (20- bis 39-jährige), **1:1,81** (40- bis 49-jährige) und **1:1,82** (50- bis 59-jährige).

NORDIN et al. 1987 ermittelten die Maximalkraftwerte der **Rumpfflexion** und **Rumpfextension** von **101** beschwerdefreien **Frauen** im Alter von **18** bis **48** Jahren mittels nahezu **identischer Versuchsanordnung**. Sie stellten ein durchschnittliches Verhältnis von **1:1,61** fest.

Die meisten Autoren beschreiben ein muskuläres **Flexions- zu Extensionsverhältnis** von **1:1** bis **1:2**, wobei ein Wert von **1:1,3** von der **Majorität** ermittelt wurde. Somit wird angenommen, dass die **Rumpfextensoren** bei **beschwerdefreien** Frauen um **30 % kräftiger** sind als die **Flexoren**. Diese Ergebnisse wurden sowohl mit **isokinetischen** als auch **isometrischen** Testmethoden eruiert. Da nur bei einem kleinen Prozentsatz der Rückenpatienten objektiv eine degenerative und krankhafte Veränderung (Entzündung, Bandscheibenvorfall, etc.) diagnostiziert wurde, ließen sich bei über **80 %** der Betroffenen die Beschwerden auf eine **funktionsgeminderte, dysbalancierte Muskulatur** zurückführen. Der dafür erforderliche Nachweis konnte durch zahlreiche Kraftmessungen der betreffenden Muskeln erbracht werden.

Bei einem Vergleich der **Kraftniveaus** von **Gesunden** und **Rückenschmerzpatienten** fanden MAYER et al. 1992 bei einer Stichprobe von **125 Normalpersonen** (♀, ♂) und **286 Probanden** (♀, ♂) mit **Rückenschmerzen**, ein **Flexions- zu Extensionsverhältnis** von **1:1,33** bei **Gesunden** und bei den **Rückenschmerzpatienten** von **1:0,91**.

LANGRANA, LEE, ALEXANDER, MAYOTT 1992, die **76 Probanden** (♀, ♂) **ohne** und **10 Testpersonen** (♀, ♂) mit **Rückenschmerzen** untersuchten, ermittelten ein Verhältnis von **1:1,6** bei der **Normalpopulation** und **1:1** bei den **Schmerzprobanden**.

POPE, BEVINS, WILDER, FRYMOYER 1992 definieren das Verhältnis der **Rumpfbeuger** zu **Rumpfstreckern** bei **Gesunden** (♀, ♂) mit **1:1,35**. Bei Personen (♀, ♂) mit **leichten Rückenschmerzen** fanden diese Autoren ein Verhältnis von **1:1,27** und bei Testteilnehmern (♀, ♂) mit **starken Rückenschmerzen** eine Relation von **1:1,12**. Sie stellten weiterhin fest, dass bei **Rückenschmerzen** eine Abnahme des **gesamten Kraftniveaus** - sowohl **Flexoren** als auch **Extensoren** - festzustellen war.

FLINT 1958 stellte einen **Kraftverlust** der **Flexoren** von chronischen **Rückenpatientinnen** von über **40 %** im Vergleich zu **gesunden Frauen** fest.

Untersuchungen von SEEDS, LEVENE, GOLDBERG 1988 belegen ein **40%iges Kraftdefizit** der **Extensoren** bei **Rückenpatienten** (♀, ♂) gegenüber **gesunden Probanden**.

NEWTON et al. 1993 führen **Kraftniveaus** im **Rumpfbereich** bei Frauen mit **Rückenproblemen** auf, die im Bereich von **40 %** bis **70 %** der **gesunden Kontrollgruppe** liegen.

KESSLER, TRAUE, CRAM 1993 fanden bei einer Untersuchung von **prächronischen Rückenschmerzpatienten** (♀, ♂) **hyper-** und **hypoaktive** EMG - Werte des M. erector spinae im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe. Die **erhöhte Muskelaktivität** im LWS- / BWS - Übergangsbereich **korrelierte positiv** mit **subjektiven Schmerzangaben** der Probanden, während eine **negative Beziehung** zwischen den EMG - Werten, die **unterhalb** von **L3** gemessen wurden, und der **subjektiven Schmerzstärke** zu beobachten war.

Dies untermauert die Annahme, dass eine Kombination von **Hyperaktivität** mit einer **Hypoaktivität** im Bereich des M. erector spinae für Rückenschmerzen ursächlich sein kann.

ROBINSON, CASSISI, O'CONNOR, MAC MILLAN 1992 weisen nach, dass bei **chronischen Rückenpatienten** eine **geringere Muskelaktivität** bei **konzentrischer** und **exzentrischer** Arbeit erreicht und bei Ermüdung des M. erector spinae eine **höhere Aktivität** gemessen wurde. Bei den **gesunden** Vergleichspersonen liegen die Ergebnisse **umgekehrt** vor.

CASSISI, ROBINSON, O'CONNOR, MAC MILLAN 1993 bestätigen dieses Verhalten und finden bei Messungen der **isometrischen Maximalkraft** der **Rumpffextensoren** eine deutlich **geringere Muskelaktivität** im Vergleich zu gesunden Personen.

TEUFEL, TRAUE 1989 bestätigen mit ihren Untersuchungen die Beziehungen zwischen subjektiven **Schmerzempfindungen** und **dysbalancierten EMG - Werten** des M. erector spinae und des M. rectus abdominis.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie decken sich teilweise mit den Ergebnissen der oben aufgeführten Studien. Insgesamt konnten bei der vorliegenden Untersuchung **sieben Frauen vor** Trainingsregimeaufnahme **höhere EMG - Werte** registriert werden als bei den Kontrolluntersuchungen nach **13 bzw. 26 Wochen**.

Bei den Kontrollen wiesen **zwei** Teilnehmerinnen aus der **Gruppe II b** (59- bis 68-jährige) **verringerte** muskuläre Potentialwerte der **Rumpfflexoren** auf. Bei **fünf** Probandinnen fielen die EMG - **Rückenstreckerwerte niedriger** aus. Bemerkenswert ist, dass diese Entwicklungen nur bei Frauen der älteren **Gruppen I b** (51- bis 59-jährige - **zwei** Fälle) und **II b** (59- bis 68-jährige - **fünf** Fälle) festgestellt wurden.

Vergleichbar mit den Arbeiten von DENNER 1995b ist auch bei dieser Untersuchung **kein signifikanter** Zusammenhang zwischen den **Maximalkraft EMG - Werten** der **isometrischen** Testmethode und der **Schmerzwahrnehmung** festzustellen, da einige Frauen nach **13 Wochen** bei **unveränderten** EMG - Verhältnissen **geringere** Schmerzen registrierten, andere Frauen **steigerten** oder **verringerten** ihre **Muskelpotentialwerte** bei gleichzeitiger **Reduzierung** des **Schmerzempfindens**. Weiterhin untermauern diese Befunde die Ergebnisse von

KESSLER et al. 1993, die auch bei Rückenschmerzpatienten **hyper-** und **hypoaktive EMG - Werte** des **M. erector spinae** ermittelten.

Gegenüber deren Erfahrungen mit **Korrelationen** zu **subjektiver Schmerzstärke**, konnten **nicht alle** Frauen dieser Untersuchung diese Korrelation bestätigen. Trotz einseitig **sehr hoher** bzw. **sehr niedriger** EMG - Werte und einer daraus folgenden **neuro - muskulären Dysbalance**, konnte bei nur **drei** betroffenen Frauen nach **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime ein zwar verringerter aber immer noch »nach Belastung« verspürender oder »leichter« **Rückenschmerz** verbucht werden. Die übrigen Frauen bestätigten trotz der noch vorhandenen **neuro - muskulären Dysbalance** eine **deutliche Schmerzreduzierung** bis zu einer **Schmerzfreiheit**.

An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass die Interpretation **aller** Studien, die die Analyse der **isokinetischen, isometrischen** oder **submaximal - konzentrischen Kraftleistungsfähigkeit** der **Rumpfflexoren** und **Rumpfstensoren** von **Rückenschmerzpatienten** zum Gegenstand haben, durch ein **grundsätzliches** Problem erschwert wird. Der **Rückenschmerz** als Phänomen in seiner Ätiologie ist **nicht** immer **eindeutig** zuzuordnen und bei unterschiedlichen Diagnosen können sich weitreichende **Differenzen** in den Auswirkungen auf die ermittelten Parameter ergeben. Des weiteren schränkt das Vorhandensein von **Schmerzen** während eines Tests sehr häufig die **Fähigkeit** des Individuums ein, **Kraft** optimal zu produzieren.

Dies führt laut STRAUB u. Mitarb. 1992 unter Umständen dazu, dass nicht die Kraft des Probanden, sondern seine **Schmerztoleranz** geprüft wird. Hierbei kommt es aufgrund von **Reflexmechanismen** zu **Inhibitionen** zwischen **Agonisten** und **Antagonisten**.

Hierbei ist zu bemerken, dass **individuelle Faktoren** wie Alter, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht, Sportart sowie persönlichkeitsbezogene Haltungs- und Bewegungsmuster eine beeinflussende Rolle spielen. Aus den Mittelwerten einer begrenzten Test - Population können keine individuellen Trainingsempfehlungen abgeleitet werden. Sie geben nur eine grobe Orientierung, da Werte, die für den einen Menschen als physiologisch gelten, für einen anderen Menschen als pathologisch zu bewerten sind (FREIWALD, ENGELHARDT 1996).

Dieser Zusammenhang fordert bei der Bewertung von **Normwerten** als **interindividuelles** Maßsystem muskulärer Dysbalancen eine **differenzierte Vorgehensweise**.

Im Vergleich zu den **herkömmlichen** sportmotorischen Tests bezüglich der Maximalkraft oder Kraftausdauer, die sich im Laufe der letzten Jahrzehnte bei vergleichbaren Untersuchungen bewährt haben (BÖS, WYDRA 1983, BRINGMANN 1984, BÖS 1987, STARISCHKA 1993, BÖS 2001) war es bei dieser Studie möglich mit Hilfe der **SET - UP Testmethode** der **LifeCircuit® - Systeme** das **tagesoptimale Belastungsniveau** für die oben aufgeführten Übungen zu ermitteln, so dass eine **individuelle progressive** Trainingsbelastung gewährleistet war.

Die Ergebnisse der durchgeführten experimentellen Arbeit bezüglich der durchschnittlichen Verbesserungen der **Kraftleistungen** decken sich im Vergleich zu den aufgeführten **CWT - Programmen** und den **ACSM - Studien** mit vergleichbarer Interventionsdauer im wesentlichen. Sie sind aber als **effizienter** zu bezeichnen, da der **Zeitaufwand** und die **Gesamtleistung** pro Gerät, für die gleichen und teilweise sogar deutlicheren Verbesserungsquoten, **geringer** ausfiel. Als Beispiel sei hier die Gesamtleistung am **LifeCircuit® Lat - Ziehen** (1 Serie à 12 Wiederholungen LifeCircuit® - Programm) im Vergleich zu dem **NAUTILUS® Lat - Zug** (1 Satz à 3 Serien à 12, 10 und 8 Wiederholungen), bei einer Maximalkraft von 96 kg aufgeführt:

##### **LifeCircuit® Lat - Ziehen**

1 Serie à 12 Wdh.  $\hat{=}$  **518 kg** (konzentrisch) + **647,5 kg** (exzentrisch) = **1.165,5 kg**

##### **NAUTILUS® Lat - Zug**

1. Satz: 12 x 45 kg = <b>540 kg</b> (konzentrisch) + <b>540 kg</b> (exzentrisch) =	<b>1.080 kg</b>
2. Satz: 10 x 50 kg = <b>500 kg</b> (konzentrisch) + <b>500 kg</b> (exzentrisch) =	<b>1.000 kg</b>
3. Satz: 8 x 55 kg = <b>440 kg</b> (konzentrisch) + <b>440 kg</b> (exzentrisch) =	<b>880 kg</b>
	<b><u>2.960 kg</u></b>

Insgesamt wären das bei dem **NAUTILUS® Lat - Zug** (konzentrisch und exzentrisch) **2.960 kg** im Vergleich zu **1.165,5 kg** bei dem **LifeCircuit® Lat - Ziehen**.

Das entspricht einem Gesamtgewicht - Verhältnis von **1:2,54** (LifeCircuit® : NAUTILUS®)!

Weiterhin muß angemerkt werden, dass die Frauen der vorliegenden Studie nicht dem **Leistungsprinzip** untergeordnet waren. Sie trainierten nach der obersten Prämisse »**Wohlbefinden**«.

Die Ausgangswerte an den LifeCircuit® - Systemen bestärken größtenteils die Vorgaben der in der Literaturrecherche gefundenen **Normdaten** des **CENTER FOR EXERCISE SCIENCE 1992** und den Annahmen von **HOLLMAN, HETTINGER 2000**, dass durchschnittlich ein altersbedingter **Kraftverlust** festzustellen ist.

BAUM 1995 führt auf, dass **Kraftverluste** bei **älteren** Menschen eher einer **schlechteren intra- und intermuskulären Koordination** und einer **Reduktion der Muskelmasse** aufgrund **reduzierter Alltagsbelastungen** zuzuschreiben sind, als dass es sich um **generelle** altersbedingte **degenerative Prozesse** handelt (HOLLMAN, HETTINGER 2000).

Eine Zusammenstellung von morphologischen Untersuchungen zeigt, dass im höheren Alter die phasischen **Typ II - Fasern** im Vergleich zu den tonischen **Typ I - Fasern** eine **stärkere Degeneration** aufweisen. Da die motorischen Nerven zu den **Typ II - Fasern** bei der Erregungsübertragung im Rückenmark einen **höheren Schwellenwert** besitzen und somit bei unterschwelligen Reizen **nicht** bzw. nur **gering** an einer Muskelkontraktion beteiligt sind, könnte dies auf eine im Alter verringerte Alltagsbeanspruchung hindeuten (BAUM 1995).

Dieser Sachverhalt verlangt für eine Kraftverbesserung der **Typ II - Fasern** **höhere Reize** bei einem **Krafttraining**, die bei dieser Studie durch die **exzentrischen** Mehrbelastungen gegeben waren.

MAYER, GOLLHOFER, BERG 2003 führen mehrere Arbeiten auf, die belegen, dass individuell orientierte Trainingsprogramme mit exzentrischen Belastungsformen der Zunahme der Muskelstiffness bei Älteren eher gerecht werden.

Bei einem Vergleich der **relativen Kraftniveaus** an den einzelnen LifeCircuit® - Systemen fällt auf, dass **kein eindeutiger** Trend bezüglich der Altersklassen auszumachen ist.

Ausgenommen der prozentualen Kraftniveau - Entwicklungen an dem LifeCircuit® **Bauchmuskel** und LifeCircuit® **Rückenstrecker** entwickelten sich

die **59- bis 68-jährigen Frauen** (Gruppe II b) bezüglich ihrer prozentualen Verbesserungsquote am stärksten.

Die in der vorliegenden Studie erkennbaren Kraftniveau - Entwicklungen unterstützen die Aussagen zahlreicher Untersuchungen, die sowohl bei Männern als auch bei Frauen bis ins hohe Alter eine **Krafttrainierbarkeit** und somit auch einen **Kraftzuwachs** nachweisen konnten (BAUM 1995, MAYER, GOLLHOFER, BERG 2003).

Auffällig ist, dass die **relativen** (körpergewichtsbezogenen) **Leistungsentwicklungen** an dem **LifeCircuit® Bauchmuskel** bei den **Gruppen I a** (+ 33,3 %) und **II a** (+ 40,7 %) zu den **Bauchmuskelpotentialentwicklungen** bis zu der 13. Woche erkennbare **Parallelen** aufweisen.

Bei den **älteren Frauen** (I b und II b) sind **keine analogen Steigerungsraten** der relativen **Muskelpotentialverbesserungen** [ $\mu\text{V} \cdot \text{kg}^{-1}$ ] zu den **relativen Trainingsbelastungen** [ $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$ ] erkennbar. An dem **LifeCircuit® Bauchmuskel** konnte bei diesen Frauengruppen ein deutlicherer Anstieg von **52,2 %** bzw. **36 %** registriert werden. Im Vergleich zu den Muskelpotentialverbesserungen sind auch bei den dynamischen Bauchmuskelbeanspruchungen die stärksten und als **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) zu bezeichnenden Steigerungen in den ersten **9 bis 13** Wochen zu verzeichnen.

Durchschnittlich verbesserte sich das **Gesamtkollektiv** an dem **LifeCircuit® Bauchmuskel** in der ersten Untersuchungsphase **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) bis **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um ca. **40 %**. Ab der **13. Woche** konnten weitere Steigerungsquoten um **2,9 %** bis **5,3 %** dokumentiert werden.

Bei dem **LifeCircuit® Rückenstrecker** konnten **höhere** aber dennoch vergleichbare Steigerungsquoten verzeichnet werden. Besonders bei den Frauen der **Gruppen I a, II a** und **I b** sind analoge Entwicklungen zu erkennen. Vergleicht man hingegen die **Rückenstreckerkraftzuwächse** der **Gruppe II b** nach **13** Wochen, so erkennt man, dass die relativen **kg - Steigerungen** **sich signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) auf **50 %** beziffern, obwohl die  **$\mu\text{V}$  - Werte** um **7,9 %** **geringer** ausfielen. Im Mittel konnte das **Gesamtkollektiv** die **Rückenstreckerkraft** in den ersten **9 bis 13** Wochen um ca. **45 %** erhöhen.

Die Frauen der **Gruppe I b** (**51- bis 59-jährige**) entwickelten sich im Vergleich zu den anderen Gruppen an dem **LifeCircuit® Beinstrecker** **sicher signifikant**

( $p \leq 0,01$ ) um **25 %**, an dem **LifeCircuit® Beincurl** **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **26 %** und an dem **LifeCircuit® Rudern sitzend** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **23 % am geringsten**. An dem **LifeCircuit® Lat - Ziehen**, an dem sie sich **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **42 %** steigern konnten, ließen sie die **Gruppen I a** und **II a** hinter sich.

Die **jüngeren Frauen** (28 bis 48 Jahre) konnten im Vergleich zu den **51- bis 59-jährigen Frauen** an dem **LifeCircuit® Beinstrecker**, **LifeCircuit® Beincurl** und dem **LifeCircuit® Rudern sitzend** **höhere** und **homogenere** Zuwachsraten verzeichnen. Sie liegen im Durchschnitt nach **9 bis 13 Wochen Trainingsregime** **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) bzw. **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) bei ca. **30 %**.

Die **59- bis 68-jährigen** erhöhten ihre relative Kraft in den ersten **9 bis 13 Wochen** an den einzelnen Stationen **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **44 %** an dem **LifeCircuit® Beinstrecker**, **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **48 %** an dem **LifeCircuit® Beincurl** und **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um **44 %** an dem **LifeCircuit® Lat - Ziehen**. Diese **Steigerungsquoten** sind im Vergleich tendenziell die **stärksten**.

An dem **LifeCircuit® Rudern sitzend** kam es bei der Gruppe **II b** zu **keiner signifikanten** ( $p > 0,05$ ) Verbesserung, da zwei Frauen einschränkende Schultergelenkprobleme an diesem Gerät aufwiesen und somit nur niedrigere, nicht größere trainingsrelevante Belastungen erzielten.

Die allgemein erkennbaren Steigerungen untermauern deutlich, dass auch **Frauen mittleren** und **höheren Alters** ihr **Kraftniveau** erheblich **verbessern** können, so dass der häufig beobachtbare **Verlust** der Muskelkraft im Alter zumindest teilweise auf eine **reduzierte Alltagsbelastung** zurückzuführen ist und nicht als ein **Alterungsprozess per se** angenommen werden darf (SCHMIDTBLEICHER 1994, GÜLLICH, SCHMIDTBLEICHER 1999, MAYER, GOLLHOFER, BERG 2003).

Vergleiche mit den Ergebnissen aus **ACSM - Studien** (AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991), wo Probanden **dreimal** wöchentlich über **9 bis 12 Wochen** an gleichen Funktionskräftigungssystemen trainiert haben und sich durchschnittlich um **17 % bis 25 %** verbesserten, zeigen, dass die Steigerungsquoten der vorliegenden Untersuchung mit **weniger** Trainingseinheiten mindestens **gleichzustellen**, teilweise auch **höher** zu bewerten sind, ohne dass ein **Leistungsdruck** vorgegeben war.



Auch die von STEMPER 1994 aufgeführten durchschnittlichen Verbesserungsquoten von ca. **20 %** bis **25 %** der Krafttrainings - Studien mit **9** bis **12** Wochen Interventionszeitraum und vergleichbarem Studiendesign (mit konventionellen Geräten) erreichen **nicht** die hier **vorliegenden Steigerungsraten**.

O'HAGEN 1995 spricht **Frauen** generell eine **höhere** körperrgewichtbezogene **Kraftzunahmefähigkeit** zu. Er führt diese Schlußfolgerung auf wahrscheinlich stärker ausgeprägter **neuraler Adaptionfähigkeit** (intra- und intermuskuläre Koordination) auf ein Krafttraining zurück.

STEMPER 1994 weist darauf hin, dass die weiblichen Kraftgewinne bei **CWT - Programmen** mit ca. **12 %** bis **22 %** meistens etwas **geringer** ausfallen als bei **Frauen - WT - Programmen**. Dabei stellte er fest, dass sich aufgrund der publizierten Arbeiten eine **proportionale** Beziehung zwischen dem **Trainingsumfang** (Dauer + Intensität) und dem **Kraftzuwachs** zeigen läßt.

Ein tatsächlicher Zusammenhang zwischen **Umfangszunahme** und **Kraftgewinn** wird aufgrund neuerer Arbeiten bezweifelt, so dass der Analogieschluss von **»mehr Masse / Umfang = mehr Kraft«** fragwürdig ist. Somit eignen sich Umfangmessungen **nicht** als **valides** Maß für die Bestimmung des Muskel- bzw. Kraftzuwachses.

Laut SCHMIDTBLEICHER 1987 ist je nach **Qualität** und **Quantität** der individuellen **Adaptionsverhältnisse** für eine muskuläre **Hypertrophie** ein **erheblicher Zeitaufwand** von mehreren Monaten bis Jahre notwendig.

Die kurzfristig meßbaren Anpassungen an einen Trainingsreiz werden auf **intermuskuläre** und **intramuskuläre Koordinationsverbesserungen** zurückgeführt. In erster Linie werden mit kurzen Interventionen die **Kraftdefizite** (autonom geschützte Kraftpotentialreserven) aktiviert. Bei Untrainierten liegt das dem willkürlichen Zugriff momentan nicht verfügbare Kraftpotential bei ca. **30 %** (SCHMIDTBLEICHER 1987).

Vergleicht man die **prozentualen Kraftgewinne** von **WT-** und **CWT - Regime**, so ist die **Effizienz** der intensiven **WT - Regime höher**, wobei hinsichtlich der von STEMPER 1994 aufgeführten Untersuchungen fast eine **proportionale Beziehung** zwischen dem **Trainingsumfang** (Dauer und Intensität) und dem **Kraftzuwachs** besteht.

Faßt man die Ergebnisse von WILMORE 1976, GARFIELD et al. 1979 und GETTMAN, POLLOCK 1981 zusammen, waren die **Leistungsverbesserungen** der **CWT - Frauen** in den meisten Parametern **besser** als die Frauen, die ein kombiniertes Gymnastik- und Laufprogramm absolvierten und auch der **CWT - Männer**, die ein vergleichbares Trainingsregime durchgeführt hatten. Die Autoren führen allerdings die gravierenderen Verbesserungen der **CWT - Frauen** im Vergleich zu den männlichen Zuwachsraten auf ein **geringeres Ausgangsniveau** der Frauen zurück. Bei den **CWT - Programmen** wurden **signifikante** Steigerungen der **Kraftleistungen** in zahlreichen Tests erreicht.

So wie bei den **WT - Regimen** kann man mit **isokinetischen** Trainingsmethoden besonders ausgeprägte Effekte erzielen. Gefolgt wird diese Methode von dem **dynamisch - variablen** Training, welches effizienter scheint als das Training mit **konstanten** Lasten.

Mit den aufgeführten **CWT - Methoden** mit **konstanten** Lasten wurden durchschnittlich **33 - 50 %** der **Leistungsverbesserungen** der **intensiven WT - Methode** mit **variablen** Widerständen erzielt.

Das **NAUTILUS® - CWT - Regime** (dynamisch - variables Training) hingegen hat **bessere Zuwachsraten** hervorgerufen als diverse **WT - Programme**.

Vergleichende Studien des ACSM (AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991) belegen, dass ein **LifeCircuit® - Training** mit **einer Serie** LifeCircuit® - Pyramidenprogramm (12 Wiederholungen) die **gleichen Kraftverbesserungen** hervorruft wie 1 Satz mit **drei Serien à 12, 10 und 8 Wiederholungen** an **NAUTILUS® - Geräten**. Das entspricht fast ein Drittel des Trainingszeitaufwandes (zuzüglich der Pausen zwischen den Serien). Hierbei ist anzumerken, dass die Intensität durch die **exzentrische Mehrbelastung** von **15 %** bis **40 %** bei dem **LifeCircuit® - Pyramidenprogramm** à 12 Wiederholungen **höher** ausfällt als bei dem **NAUTILUS® - Training**, der **Gesamtumfang** (insgesamt bewegtes Gewicht - konzentrisch / exzentrisch) bei der letzteren Methode aber fast um das **2,5fache** **höher** ist.

NEEF, CAIMI 1994 erwähnen auch Kraftzuwächse bei verschiedenen Muskelgruppen von **20 %** bis **30 %**, wobei der Kraftzuwachs der **lumbalen Extensoren** bei **Rückenschmerzpatienten**, die häufig ein **geringeres Ausgangs-**

**niveau** aufweisen, wesentlich **höher** liegt. Sie berufen sich dabei auf eine Übersicht von FLECK, KRAEMER 1988.

NELSON 1994 erreichte mit dem **MedX - System** bei seinen **weiblichen Probandinnen** mit **18** Trainingseinheiten Kraftausdauerzuwächse um **47 %** (LWS - Extensoren) und um **77 %** (LWS - Rotatoren). Er weist jedoch darauf hin, dass die meisten Frauen mit einem sehr **geringen Ausgangsniveau** das Training aufgenommen haben.

Dieser Sachverhalt wird durch die vorliegenden Untersuchungen teilweise bestärkt. Die **Steigerungsquoten** können mit den **schmerzbedingten** und somit **niedrigeren Startniveaus** der Frauen erklärt werden, die im Vergleich zur Normalpopulation wahrscheinlich unterdurchschnittlich waren.

Zudem führen GÜLLICH, SCHMIDTBLEICHER 1999 auf, dass der willkürliche **Aktivierungsgrad** der **maximal** möglich rekrutierbaren Muskelfasern bei **Untrainierten** bei ca. **70 %** liegt. Dieser kann durch **gezieltes** Krafttraining auf ca. **95 %** gesteigert werden.

Die kurzfristig erreichten **Kraftgewinne** (9. bis 13. Woche) in den aufgeführten Studien werden sowohl auf **neuromuskuläre** bzw. **zentralnervöse Adaption** im Sinne verbesserter **intra- und intermuskulärer Koordination** zurückgeführt.

Zu den dabei wirkenden **neuromuskulären Mechanismen** führt STEMPER 1994 folgende Faktoren auf:

- *Inhibition der Antagonisten und der nervalen Schutzmechanismen,*
- *koordinierte und erhöhte Aktivierung der Synergisten,*
- *verbesserte Erregung der motorischen Einheiten,*
- *Zuschaltung weiterer motorischer Einheiten,*
- *verbesserte kinästhetische Wahrnehmung und*
- *propriozeptives Feedback während der Belastung.*

Die darauf folgenden Kraftzunahmen können auf die allmählich einsetzende **Muskelhypertrophie** zurückgeführt werden.

Durch die entscheidenden Vorteile der **LifeCircuit® - Geräte** werden die oben aufgeführten Faktoren **schneller aktiviert** und **verbessert** als mit herkömmlichen Trainingssystemen. Einerseits verfügen die **LifeCircuit® - Geräte** über **elektronische »cams«**, die auf Basis elektromyographischer (EMG) Studien an den

Universitäten UCLA und CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, Long Beach, definiert sind (AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991).

Diese elektronischen »cams« passen sich nach der **ersten LifeCircuit® - Programm Wiederholung** den **individuellen Längenverhältnissen** und **Bewegungsradiusmöglichkeiten** an und **regulieren** wie eine Drehmoment-scheibe den **Widerstand variabel** angepaßt an die hier bedingte **Biomechanik**.

Weiterhin ist die **Heavy - Negative Funktion** zu nennen, die das **konzentrische** Training mit **exzentrischen** Negativbelastungen kombiniert. Hierdurch werden gerade die oben aufgeführten Faktoren **optimal** angesprochen und trainiert.

AHLQUIST, HINKLE, WEBBER, WARD, RIPPE 1991 führen die **signifikanten** Verbesserungen trotz des geringen Trainingsumfanges auf die **Heavy - Negative** Funktion zurück. Mit dieser Trainingsmethode werden **bessere Rekrutierungen** und eine **maximale Synchronisation** der **motorischen Einheiten**, verbunden mit einer **Erhöhung** der **Innervationsfrequenz** erreicht, so dass das Kraftdefizit schneller verringert wird, ohne eine signifikante Hypertrophie zu erreichen (SCHMIDTBLEICHER 1987, STOBOY 1987, KÖTTERITZSCH, WITT 1993, KOMI 1994, SCHMIDTBLEICHER 1994, MAYER, GOLLHOFFER, BERG 2003).

Somit konnte auch bei schon hochgradig **trainierten** Sportlern noch ein **deutlicherer Muskelzuwachs** erzielt bzw. im Umkehrschluß ein mindestens **gleichwertig** anzusetzendes **Trainingsergebnis** in wesentlich **verringert**er **Trainingszeit** erreicht werden. Diese **schnellen** positiven **Kraftentwicklungen** werden auf die **Heavy - Negative Funktion**, der **individuell** elektronisch einjustierten **Kraftkurve** in Kombination mit dem **LifeCircuit® - Programm** zurückgeführt (AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991).

Während in der Literatur einerseits dem **exzentrischen** Training **größere Kraftgewinne** im Verhältnis zu **konzentrischen** oder **isometrischen** Trainingsformen zugesprochen werden (STOBOY 1987, AHLQUIST, WARD, RIPPE 1991, KÖTTERITZSCH, WITT 1993, SCHMIDTBLEICHER 1994, GÜLLICH, SCHMIDTBLEICHER 1999), stellen andererseits Autoren **keine Unterschiede** bezüglich der Auswirkungen auf die **Kraftentwicklung** fest. Allerdings wird die Möglichkeit eingeräumt, dass ein **exzentrisches** Trainingsregime die **lokale**

**statische Muskelausdauer**, die gerade im Wirbelsäulenbereich gefordert wird, über das für andere Trainingsmethoden **normale Maß** hinaus verbessert.

Bei einer Gegenüberstellung von **isometrischer**, **konzentrischer** und **exzentrischer** Arbeitsweise erreicht man mit der letzteren eine **höhere Kraftentwicklung** und einen parallel einsetzenden **Dehneffekt**, trotz annähernd maximaler willkürlicher Kontraktion (KOMI 1994, MAYER, HORSTMANN, KÜSSWETTER, DICKHUTH 1994).

KÖTTERITZSCH, WITT 1993 diskutieren Arbeiten von HAKKINEN, KOMI 1983, die belegen, dass **exzentrisches** Krafttraining eher eine Hypertrophie der **langsamen** Muskelfasern (ST - Fasern) bewirkt und das ein offensichtlicher Kraftzuwachs bei der Realisierung hoher Gewichtsbelastungen zu verzeichnen ist. Eine sich anfangs **isometrisch** kontrahierende **Skelettmuskelfaser** ist in der Lage, bei folgenden **exzentrischen** Belastungen **erhöhte Muskelkräfte** aufzubringen, wobei aber **keine signifikant** gesteigerte **neuromuskuläre Aktivierung** bei EMG - Messungen festgestellt werden konnte (SINAKI, OFFORD 1980).

Die von KOLLER, MAIR, JUDMAIER, HAID, WICKE, ARTNER-DWORZAK, KLASSEN, KRINKE, HÖRTNAGL, PUSCHENDORF 1994 in einer Studie bezüglich **exzentrischer** Belastungen fortwährend ausgemachten **Muskelfaserschädigungen** konnten bei der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. KOLLER u. Mitarb. 1994 konnten zwei Tage **nach exzentrischer** Belastung (Bergablaufen bzw. Beinpresse mit 110 % Belastung) **Myosinfragmente** aus **langsam** kontrahierenden Muskelfasern (ST - Fasern) bei **allen** Probanden (n = 19), in Verbindung mit **subjektiv schmerzlich** wahrgenommenen **"Muskelkater"**, im Blut nachweisen. Daraus folgern sie, dass **exzentrische** Belastungen, egal ob an der Beinpresse oder beim Bergablaufen, langsam kontrahierende (Typ I) Fasern **schädigen**. Die Freisetzung von **Muskelstrukturprotein** in das Blut macht ihrer Meinung nach eine **letale Zellschädigung** einiger Muskelfasern nach **exzentrischer** Belastungen sehr wahrscheinlich.

GÜLLICH, SCHMIDTBLEICHER 1999 hingegen führen auf,

*" ... dass gerade bei exzentrischen Kontraktionen überwiegend FT - Einheiten aktiviert werden, dass in diesen Fasern auch schon bei vergleichsweise geringer Intensität Mikrotraumata*

*ausgelöst werden und dass in Bindegewebsstrukturen eine Erhöhung der Festigkeit bewirkt wird."*

Nach ca. **1 - 2** Wochen Gewöhnungsphase, in der leichte Anpassungsempfindungen genannt wurden, klagte **keine** Probandin der vorliegenden Studie mehr über **Muskelschmerzen** oder "**Muskelkater**".

Bei den **LifeCircuit® - Trainingssystemen** gewährleistet die **individuell** angepasste **Kraftkurve** optimale Reizsetzungen und verhindert somit **abrupte Kontraktionsspitzen**. Die überaus **positiven Ergebnisse** der an der Studie teilnehmenden Probandinnen belegen die **Wirksamkeit** dieses computergesteuerten Trainingsregimes. Die Kombination von **konzentrischer** mit **exzentrischer** Belastung weist eine enge **Compliance** mit den muskulären Belastungen im **Alltag** auf.

Im Vergleich hierzu, ist der Wert des **isokinetischen** Trainings aufgrund der **nicht** den **natürlichen Bewegungsmustern** entsprechenden **Belastungsgeschwindigkeiten** als kritisch anzusehen (MAYER, HORSTMANN, KÜSSWETTER, DICKHUTH 1994).

Es sei hier auf die **Unterschiedlichkeit** der **Daten** und der **Untersuchungsbedingungen** bzw. divergierenden **Studiendesignes** hingewiesen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützen die Empfehlung, die Geräteeigenschaften der LifeCircuit® - Systeme mit automatischer, exzentrischer Mehrbelastung und individuell elektronisch einjustierter Kraftkurve sowohl für das **rehabilitative** als auch für das **präventive** Training einzusetzen.

Trainingsprogramme im **Präventionsbereich** beinhalten neben den **Funktionskräftigungsübungen** und **Ausdauerpassagen** immer begleitende **Dehnübungen**, um einen optimalen **funktionellen Aufbau** der **Leistungsfähigkeit** zu gewährleisten und um eine **Kompensation** von krafttrainingsbedingten strukturellen **Tonuserhöhungen**, **Kontraktionsrückständen** und altersbedingten **strukturellen Veränderungen** des Bewegungsapparates zu erreichen (ULLRICH, GOLLHOFER 1994).

Obwohl die **Bedeutung** der **Gelenkbeweglichkeit** als wesentliche Komponente eines **ganzheitlichen Gesundheitssport - Programmes** von vielen Autoren herausgestellt wird (STEMPER 1994, KLEE, WIEMANN 2002), da der Wert

dieser motorischen Eigenschaft für die Qualität der Übungsdurchführung und der gefahrlosen Bewältigung der Alltagsbelastungen unumstritten ist, wurde der Einfluß eines gerätegestützten Trainingsregimes auf die Gelenkbeweglichkeit in den letzten **30** Jahren kaum untersucht. Bei der derzeitigen Kenntnis um den physiologisch - morphologischen Effekt von Dehnübungen ist eine präventiv-medizinische oder therapeutische Erfordernis nicht eindeutig zu erkennen (HOSTER 2002). Experimentell lassen sich die Vergrößerung der Beweglichkeitsreichweite und der maximalen Dehnungsspannung, sowie die Verbesserung des Wohlbefindens als Effekt von Dehnübungen nachweisen (KLEE, WIEMANN 2002).

Die wenigen Studien von WILMORE, PARR, GIRANDOLA, WARD, VODAK, BARSTOW, PIPES, ROMEO, LESLIE 1978, MARCINIK, HODGDON, MITTELMAN, O'BRIAN 1985 und THRASH, KELLY 1987 belegen andererseits, dass mittelfristig ein gerätegestütztes Trainingsregime (WT- und CWT - Programme) **ohne zusätzliche** Flexibilitätsübungen bei Frauen **signifikante** Verbesserungen der **Beweglichkeit** bei einem »*sit & reach*« Test bewirkt.

Da aus den Untersuchungsergebnissen über die Effektivität von unterschiedlichen Dehnmethoden, die von ULLRICH, GOLLHOFER 1994 und KLEE, WIEMANN 2002 aufgeführt werden, gefolgert werden kann, dass es »*die*« effektivste **Dehnmethode** nicht gibt, sondern dass je nach **Standpunkt** und **Untersuchungsbedingungen** eine Methodenwahl getroffen werden muß, wurde in der vorliegenden Untersuchung aus Sicherheitsgründen die **passiv - statische Dehnmethode** angewandt. Der **Vorteil** der **passiv - statischen Dehnmethode** liegt darin, daß die Probandinnen einen **einfacheren** und **eindeutigeren** Zugang zur Zielstellung der Muskeldehnung bekommen, da sie schneller und sicherer ein Muskelgefühl entwickeln können (WYDRA, GLÜCK 2002).

Allgemein findet die Annahme Bestätigung, dass langfristige **Beweglichkeitsanpassungen** primär **struktureller Art** sind. Muskeln, Bänder, Sehnen und kapsuläres Gewebe sind aufgrund ihrer **Relaxationseigenschaften** befähigt, sich so anzupassen, dass sich der effektive **Beweglichkeitsbereich** eines Gelenkes vergrößert. Es wird angenommen, dass eine Beweglichkeitsverbesserung eher über verbesserte **Plastizitätseigenschaften** des **Bindegewebes** zu erklären ist, als

dass **neuronale Effekte** eine entscheidende Rolle spielen. Deswegen sollte man auch von einer **Gelenkbeweglichkeit** sprechen (HUTTON 1994).

HUTTON 1994 erwähnt Arbeiten von LAKIE, ROBSON 1988, die belegen, dass wiederholte **exzentrische** Kontraktionen im Vergleich zu den ungestörten Ausgangswerten an allen Untersuchungszeitpunkten zu einer deutlichen **Erniedrigung** des initialen **Dehnungswiderstandes** führen.

Da in der Grundlagenforschung noch **keine** einheitlichen Konzepte vorgestellt werden, die empirisch die physiologischen Mechanismen bei Dehnungen umfassend darstellen, kann derzeit die Frage nach den physiologischen Korrelaten bei Dehnübungen noch nicht ausreichend beantwortet werden (HUTTON 1994, ULLRICH, GOLLHOFFER 1994, FREIWALD 1995, KLEE, WIEMANN 2002).

Da **Krafttraining** neben **neuronalen Anpassungen** auch zu einer selektiven **Muskelfaserquerschnittsvergrößerung** führt, so dass der Muskel durch die gefestigten **Bindegewebshüllen** kompakter, im Gesamtbild somit **steifer** und **rigider** wird, ist ein begleitendes **Beweglichkeitstraining** empfehlenswert.

Während die Beweglichkeit in jungen Jahren noch sehr gut ausgeprägt ist, können mit **zunehmendem Alter** häufiger deutliche **Bewegungseinschränkungen** beobachtet werden. Diese Einschränkungen basieren primär auf natürliche altersbedingte **Degenerationsprozesse**, da der **Kollagenabbau** die **Kollagenproduktion** übersteigt, der **Elastin-** und **Wassergehalt** abnimmt und die **molekulare Vernetzung** zunimmt. Ob die aufgeführten Vorgänge auf **Altersvorgänge** zurückzuführen sind, oder Erscheinungsformen **reduzierter Mobilität** sind, kann aus der Literatur nicht beantwortet werden (ULLRICH, GOLLHOFFER 1994, TITTEL 2000).

Die **Startniveaus** der Frauen unterstreichen im Durchschnitt diese Erkenntnis. Die **28- bis 48-jährigen Frauen** haben das Trainingsregime mit einer **Rumpfvorbeugebeweglichkeit** von **12 units** ( $\pm 3,5$ ) bzw. **13 units** ( $\pm 3,3$ ) aufgenommen. Die **51- bis 59-jährigen Probandinnen** starteten mit **12** ( $\pm 4,5$ ) und die **59- bis 68-jährigen** mit **11** ( $\pm 4,9$ ).

Intergruppierende **signifikante** Unterschiede ( $p > 0,05$ ) konnten somit **nicht** ausgemacht werden. Dazu ist anzumerken, dass es sich bei dieser Stichprobe um Frauen handelt, die bei Aufnahme des Trainingsregimes über **Schmerzen** im **Rücken-** und/oder **Extremitätenbereich** klagten. Dadurch ist eine anfangs



**schmerzbedingte** verminderte Gelenkbeweglichkeit anzunehmen. Dies war ein ausschlaggebender Grund für die Wahl der **passiv - statischen Dehnmethode**, bei der die Frauen kontrolliert langsam und nicht gegen den Schmerz dehnen (FREIWALD 1995).

Die durchgeführten Untersuchungen erbrachten Ergebnisse, die im Einklang mit den Aussagen der in der Literaturrecherche gefundenen Arbeiten, die allerdings zu diesem Thema in einem geringen Maß vorliegen, stehen.

Die folgende **Tabelle 33** zeigt die **Entwicklung der Dehnfähigkeit** anhand der Microfit - System Bewertungen (CANADIAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 1981), die in Form einer **glatten Perzentilkurve** ausgewertet sind und sich in fünf **altersgerechten** Kategorien unterteilen.

**Tab. 33: Beurteilungen der Flexibilität [units] vor dem Trainingsregime (TR), nach 13 Wochen und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm**

Beurteilung:	schlecht	nicht fit	standard	fit	ausgezeichnet
<b><u>Gruppe I</u></b>					
<b>vor TR</b>	9	5	2	1	0
<b>nach 13 Wo.</b>	4	6	3	4	0
	—	—	—	—	—
<b><u>Gruppe II</u></b>					
<b>vor TR</b>	9	6	4	0	0
<b>nach 13 Wo.</b>	5	4	8	0	2
<b>nach 26 Wo.</b>	3	3	7	3	3

Sowohl in der **Gruppe I** als auch in der **Gruppe II** können die Startwerte der Probandinnen als »**SCHLECHT**« (jeweils 9 Nennungen), »**NICHT FIT**« (5 bzw. 6 Nennungen), und »**STANDARD**« (2 und 4 Nennungen) bezeichnet werden. Nur **eine** Frau konnte bei der Eingangsuntersuchung als »**FIT**« eingestuft werden. Nach 13 Wochen Trainingsregime verschob sich der **Bewertungsgipfel** in Richtung »**NICHT FIT**« (6 Nennungen; Gruppe I) bzw. »**STANDARD**« (8 Nennungen; Gruppe II).

Die Frauen, die insgesamt 26 Wochen trainierten, verbesserten sich nochmals.

Aus der **Tabelle 33** wird ersichtlich, dass die Nennungen im Bereich »**SCHLECHT**« bzw. »**NICHT FIT**« im Verlauf des Trainingsregimes abnehmen und die Beurteilungen »**STANDARD**«, »**FIT**« und »**AUSGEZEICHNET**« häufiger genannt werden.

Bei **gruppeninternen** Vergleichen erkennt man, dass sich die Frauen nach **drei Monaten** Trainingsregime durchschnittlich um **2,8 units** und **2,3 units** (28- bis 48-jährige, Gruppe I a bzw. II a) bzw. um **2,1 units** und **2,6 units** (51- bis 68-jährige; Gruppe I b bzw. II b) verbesserten. Aufgrund der Streuungen entspricht dies einer **nicht signifikanten** ( $p > 0,05$ ) **Beweglichkeitssteigerung** um ca. **4 - 5,3 cm**.

Nach **drei Monaten** Untersuchungsphase sind die **jüngeren Frauen nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) **beweglicher** (durchschnittlich **14,8 units** bzw. **15,5 units**), aber dennoch **tendenziell dehnfähiger** als die **älteren Probandinnen**, die durchschnittlich **13,9 units** erreichten.

Die **28- bis 48-jährigen Frauen**, die weitere **drei Monate** das Trainingsregime durchführten ( $n = 12$ ), verbesserten sich im Vergleich zu ihrem Startniveau **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um durchschnittlich **3,6 units** (6,84 cm).

Die **59- bis 68-jährigen** ( $n = 7$ ) steigerten sich bis zur **25. Woche nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) um **3,7 units** (7,03 cm).

Bei einem **Endniveau - Vergleich** nach **26 Wochen** liegen die **jüngeren Teilnehmerinnen** mit **16,8 units** ( $\pm 3,1$ ) weiterhin im **gelenkbeweglicheren Bereich**. Die **59- bis 68-jährigen Frauen** konnten sich auf **15 units** ( $\pm 5,6$ ) steigern. Aufgrund der kleinen Stichproben ( $n = 12$  bzw.  $n = 7$ ) und den daraus resultierenden Streuungen (Standardabweichungen  $\pm 3,1$  bzw.  $\pm 5,6$ ) sind die letzteren **Beweglichkeitsverbesserungen** und auch die **intergruppierenden Unterschiede nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ).

Folgt man der anwendungsorientierten Literatur, so unterstreichen die Ergebnisse der vorliegenden Studie die Erkenntnis, dass **individuell** ausgerichtete **Dehnübungen**, die als **Nachbereitung** von Belastungen eingesetzt werden, sowohl zu günstigen **Regenerationsprozessen**, zu **Detonisierungen** und somit zu einer **Harmonisierung der Muskelspannungen**, als auch zu einer Verbesserung der **Gelenkbeweglichkeit** führen.

### 4.6 Auswirkungen auf das kardiopulmonale Funktionssystem

Die Diskussion der Ergebnisse bezüglich der Auswirkungen auf das **kardiopulmonale Funktionssystem** erfolgt separat und vergleichend nach den Parametern des modifizierten, submaximalen **ÅSTRAND - Tests** mit dem Microfit - Testsystem und den in **Giessen** ermittelten **spiroergometrischen** Untersuchungsergebnissen.

Für die Beurteilung der **körperlichen Leistungsfähigkeit** hat sich die **Fahrradergometrie im Sitzen** in zahlreichen Untersuchungen bewährt. Sie ist als **Standardbelastungsmethode** anzusehen, da eine **exakte Dosierbarkeit** und **Messbarkeit** der **Belastung** möglich ist (MELLEROWICZ 1962, 1979, LÖLLGEN, SCHULTE 1983, NOWACKI 1992).

Der für die vorliegende Untersuchung eingesetzte modifizierte, submaximale **ÅSTRAND - Test** und die bei **drei** Frauen **additiv** durchgeführte  $\frac{1}{2}$  **Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach NOWACKI 1974 erfüllen die an ergometrischen Untersuchungsmethoden gestellten Bedingungen der Standardisierung, Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit. Den Empfehlungen von NOWACKI 1983, 1992 mit einer Belastungsdauer von **5 bis 15 Minuten** bzw. MELLEROWICZ 1979 von **6 bis 12 Minuten** kann bei beiden Untersuchungsmethoden entsprochen werden.

Die angewandten Untersuchungsmethoden weisen jeweils **zweiminütige, körpergewichtsbezogene Belastungsintervalle** auf.

Diese Belastungsintervalle wurden bei den modifizierten, submaximalen **ÅSTRAND - Test** so lange erhöht, bis die Frauen eine **individuell intendierte submaximale Herzschlagfrequenz** aufwiesen. Mit der letzteingestellten Belastungsstufe wurden die Frauen noch **drei** weitere Minuten belastet.

Im Vergleich hierzu wurde die Belastung bei der  $\frac{1}{2}$  **Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach NOWACKI 1974 alle **zwei** Minuten um  $\frac{1}{2}$  **Watt · kg<sup>-1</sup> KG** bis zum Erreichen der **subjektiven Erschöpfung** oder **objektiver Abbruchkriterien** gesteigert. Die Vorschläge der ICSPE zur Standardisierung der fahrradspiroergometrischen Leistungsmessung (MELLEROWICZ 1979) wurden bis auf die **erhöhten Luftfeuchtigkeitsbedingungen** bei **drei** Untersuchungen in Gießen (61,0 %, 84,0 % und 67,0 %) eingehalten.

Der Vergleich der hier angewandten Belastungsverfahren - modifizierter, submaximaler **ÅSTRAND - Test** und  $\frac{1}{2}$  **Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach **NOWACKI 1974** - soll Aufschluß darüber geben, ob sich bezüglich der vergleichbaren Parameter und der trainingsbedingten Entwicklungen Übereinstimmungen oder Unterschiede ergeben.

Da vergleichend nur **drei Probandinnen** die additiven **spiroergometrischen** Kontrolluntersuchungen an der **Professur für Sportmedizin der Justus - Liebig - Universität Gießen**, unter der Leitung von **Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki**, durchgeführt haben, soll folgend in Einzelfällen **parallele** oder **stark divergierende** Befunde aufgeführt werden.

##### 4.6.1 Auswirkungen auf das kardiozirkulatorische Funktionssystem

Die **Herzschlagfrequenz** ist die am leichtesten zu erfassende und somit auch die **meisteingesetzte Leistungsgröße** in der **sportmedizinischen Diagnostik**. Sie stellt in der Trainingspraxis einen wichtigen Faktor zur **Beurteilung** des **Trainings- und Leistungszustandes** des **kardiozirkulatorischen** Funktionssystems in **Ruhe**, unter **Belastung** und in der **Erholungsphase** dar (MELLEROWICZ 1956, HOLLMANN 1959, REINDEL, KLEPZIG, MUSSHOF 1960, ISRAEL 1968, NOWACKI 1977, ISRAEL 1982, ROST, HOLLMANN, HECK, LIESEN, MADER 1982, RIECKERT 1992, HOLLMANN, HETTINGER 2000).

Die Probandinnen der einzelnen Gruppen weisen vor dem Trainingsregime durchschnittliche **Ruhe - Herzschlagfrequenzen** von **72** bis **82** Schlägen · min<sup>-1</sup> auf, wobei die **älteren** Frauen im Schnitt in einem **niedrigeren** Bereich liegen.

Nach **drei** Monaten Trainingsregime konnten tendenzielle, **nicht signifikante** ( $p > 0,05$ ) **Herzschlagfrequenzsenkungen** registriert werden.

Nach dem **drei-** bis **sechsmonatigen** Trainingsregime lagen die in Hannover gemessenen durchschnittlichen **Ruhe - Herzschlagfrequenzen** bei **70** bis **73** Schlägen · min<sup>-1</sup>.

Die **28-** bis **48-jährigen Frauen** der **Gruppe II a** konnten innerhalb der **sechs** Monate Trainingsregime ihre **Ruhe - Herzschlagfrequenz** **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ) um durchschnittlich **9** Schläge · min<sup>-1</sup> verbessern, so dass auch diese Frauengruppe

letztendlich in dem Normbereich lag.

Die **älteren** Frauen **reduzierten** ihre Herzschlagfrequenz bis zu der Abschlußuntersuchung um durchschnittlich **4 Schläge · min<sup>-1</sup>**. Diese tendenzielle Entwicklung ist **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ), deckt sich aber im wesentlichen mit vergleichbaren Studien.

Wenn man von einer durchschnittlichen **Ruhe - Herzschlagfrequenz** der Gesamtbevölkerung von **70 bis 80 Schlägen · min<sup>-1</sup>** ausgeht (NOWACKI 1977, MELLEROWICZ 1979), so liegen die ermittelten Ruhe - Herzschlagfrequenzen **anfangs im oberen** und **nach** dem Trainingsregime im **unteren** Durchschnittsbereich.

Trotz einer **10-minütigen Ruhe- und Entspannungsphase** vor der jeweiligen **Ruhe - Herzschlagfrequenzmessung**, sollte man besser von einer **Vorstart - Herzschlagfrequenz** sprechen, da eine gewisse **Anspannung** vor der Untersuchung bei fast allen Probandinnen registriert werden konnte, was eine Erhöhung der Herzschlagfrequenz zur Folge haben könnte.

Die Microfit - System Bewertungen (CANADIAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 1981) bezüglich der **Vorstart - Herzschlagfrequenz**, sind in Form einer **glatten Perzentilkurve** ausgewertet und in fünf **altersgerechten** Kategorien unterteilt. Die Frauen der **Gruppe I** starteten mit durchschnittlichen **Vorstart - Herzschlagfrequenzen** im Bereich **»NICHT FIT«** (4 Nennungen), **»STANDARD«** (4 Nennungen) und **»FIT«** (5 Nennungen). Bei **zwei** Frauen wurden bei dem Eingangs - Test **»SCHLECHT«** kategorisierte Vorstart - Herzschlagfrequenzen ermittelt und **zwei** Teilnehmerinnen konnten als **»AUSGEZEICHNET«** bewertet werden. Nach **drei** Monaten Untersuchungsphase verschob sich der Majoritätsgipfel in Richtung **4 × »NICHT FIT«**, **4 × »STANDARD«** und **6 × »AUSGEZEICHNET«**.

Die **Gruppe II** wies im Vergleich zu der **Gruppe I** anfangs einen **schlechteren** Durchschnitt auf. **8** Nennungen konnten im Bereich **»SCHLECHT«**, **5** Nennungen bei **»NICHT FIT«** und in den besseren Kategorien jeweils **2** Nennungen verbucht werden. Bis zur Abschlußuntersuchung nach **26** Wochen Trainingsregime verbesserten sich die Frauen der **Gruppe II** durchschnittlich in Richtung **»NICHT FIT«** (5 ×) und **»STANDARD«** (6 ×).

Jeweils **drei** Frauen konnten nach **sechs** Monaten Trainingsregime als »**FIT**« bzw. »**AUSGEZEICHNET**« eingestuft werden, wobei nur noch **zwei** Teilnehmerinnen **schlechte** Vorstart - Herzschlagfrequenzen aufwiesen.

Die folgende **Tabelle 34** zeigt diese Entwicklung anhand der Microfit - System Bewertungen, die sich auf Erhebungen von JETTE 1978 beziehen. Die fünf altersgerechten Kategorien sind in Form einer glatten Perzentilkurve von 2 bis 98 ausgewertet (MICROFIT 1992).

**Tab. 33: Beurteilungen der Vorstart - Herzschlagfrequenz [ $S \cdot \min^{-1}$ ] vor dem Trainingsregime, nach 13 Wochen und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm**

Beurteilung:	schlecht	nicht fit	standard	fit	ausgezeichnet
<b><u>Gruppe I</u></b>					
vor TR	2	4	4	5	2
nach 13 Wo.	0	4	4	3	6
<b><u>Gruppe II</u></b>					
vor TR	8	5	2	2	2
nach 13 Wo.	4	5	5	2	3
nach 26 Wo.	2	5	6	3	3

Die trainingsbedingte Reduzierung der **Ruhe - Herzschlagfrequenz** führt ISRAEL 1982 auf einen vermehrten **parasympathischen Einfluß** auf das Herz und auf ein vergrößertes **Herzzeitvolumen** (Herzminutenvolumen) zurück.

Die niedrigsten Herzschlagfrequenzen in der **Vorstartphase**, die ermittelt wurden, lagen bei **zwei** Frauen bei **57 - 59  $S \cdot \min^{-1}$** . Die unter Durchschnitt liegende **Bradykardie** drückt eine **hohe Ökonomisierung** der Herzarbeit aus. Das Erreichen niedriger Herzschlagfrequenzen ist nur mit regelmäßigem Ausdauertraining zu erreichen (NOWACKI 1977, ISRAEL 1982).

Die **submaximale Herzschlagfrequenz** ist als Ausdruck der **Belastungsintensität** anzusehen. Bereits nach kurzer Belastungszeit zeigt sie eine aktuelle Reaktion. Bei Vergleichen ist der **Trainingszustand** dann als **besser** zu bezeichnen, wenn die **Herzschlagfrequenz** bei **gleicher Belastung niedriger** ist (NOWACKI 1977).

Die durchschnittlichen **submaximalen Herzschlagfrequenzen**, die bei dem **ÅSTRAND - Test** ermittelt wurden, liegen mit **139** bis **146**  $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$  bei den **jüngeren Frauen** (28 bis 48 Jahre) und **136** bis **141**  $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$  bei den **älteren Frauen** (51 bis 68 Jahre) im Bereich von ca. **75 %** bis **85 %** der **theoretischen maximalen Herzschlagfrequenz**.

Da das Microfit - Test System bei den Kontrolluntersuchungen die **submaximale Belastung** aufgrund der individuellen Leistungssteigerungen von anfangs durchschnittlich **45** bis **60** Watt um bis zu **33,3 %** auf **60** bis **70** Watt angepaßt hat, konnte **keine signifikante** Senkung der **submaximalen Herzschlagfrequenz** festgestellt werden. Es kann aber auf eine verbesserte **Herz - Kreislaufökonomisierung** und eine gesteigerte **Sauerstoffversorgung** des **Myokards** über eine verlängerte **Diastolendauer** unter Belastung (ISRAEL 1982), die Zeichen für einen besseren Trainingszustand sind, geschlossen werden. Die **maximalen Herzschlagfrequenzen** der **drei** Frauen, die in Gießen kontrolliert wurden, lagen bei der ersten Untersuchung mit **138**  $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$ , **176**  $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$  und **125**  $\text{S} \cdot \text{min}^{-1}$  bei **90 %**, **95 %** bzw. **77 %** der theoretischen maximalen Herzschlagfrequenz.

Die maximale Belastungs - Herzschlagfrequenz von Frau G. B. ( $125 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$ ; Alter: 58 Jahre) ist damit zu erklären, dass sie 4 Stunden vor der Untersuchung **Atenolol** ( $1 \times 1$ ) eingenommen hat.

Bei Frau H. S. (67 Jahre) wurde bei einer Herzschlagfrequenz von  $138 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  aufgrund eines **zu hohen Blutdrucks** (210 / 110 mmHg) die Belastungsphase beendet.

Nach den **drei** Monaten Trainingsregime lag die maximale Belastungs - Herzschlagfrequenz von Frau G. B. bei  $146 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  (ca. 90 %), da sie ihre Medikation mit Absprache ihres Internisten nach zwei Monaten Trainingsregime auf  $1 \times \frac{1}{2}$  **Atenolol** reduzieren konnte.

Das **Blutdruckverhalten** von Frau H. S. war bei der **zweiten** Kontrolluntersuchung wesentlich **besser**, so dass bis zu einer Herzschlagfrequenz von  $150 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  (ca. 96 %) belastet werden konnte.

Ein weiteres Indiz einer gesteigerten kardialen (NOWACKI 1977) und einer verbesserten Ausdauerleistungsfähigkeit (ISRAEL 1982) ist die **Verkürzung der Erholungszeit** nach Belastung. Für die Beurteilung der **kardiozirkulatorischen**

**Erholungsfähigkeit** hat sich die Herzschlagfrequenz in der **5. Erholungsminute** nach einer maximalen Ausbelastung als ein sehr guter Parameter erwiesen. Die **Tabelle 35** führt die Beurteilungskriterien der kardiozirkulatorischen Erholungszeit anhand der 5 - Minuten - Erholungsherzschlagfrequenz nach maximaler Ausbelastung auf.

**Tab. 35 Beurteilungskriterien der kardiozirkulatorischen Erholungszeit anhand der 5 - Minuten - Erholungsherzschlagfrequenz nach maximaler Ausbelastung**

Beurteilung	5 - Minuten - Erholungs - Herzschlagfrequenz 5' E [ $\text{Hf} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	
	Trainierte	Untrainierte
<b>Hochleistung</b>	unter 100	-
<b>sehr gut</b>	100 - 105	100 - 109
<b>gut</b>	106 - 110	110 - 119
<b>befriedigend</b>	111 - 120	120 - 129
<b>ausreichend</b>	121 - 130	130 - 139
<b>schlecht,</b> Verdacht auf pathologische Veränderungen	über 130	über 140

Die in Gießen ermittelten Beurteilungen bezüglich der kardiozirkulatorischen Erholungsfähigkeit wurden anfangs mit *»gerade noch ausreichend«*, *»in Belastung und Erholung gut eingestellt«* (Atenolol) und *»normal«* beurteilt.

Bei der zweiten Untersuchung zeigte sich, wie bei anderen Messgrößen auch, dass Frau H. S. mit einer *»sehr guten«* und Frau G. B. mit einer *»noch guten«* kardiozirkulatorischen Erholungsfähigkeit sich verbessert haben und Frau C. H. mit einer *»ausreichenden«* kardiozirkulatorischen Erholungsfähigkeit **schlechtere** Werte aufwies.

Die in Hannover mit dem modifizierten ÅSTRAND - Test untersuchten Frauengruppen zeigten, bis auf die Frauen der **Gruppe I b** (51- bis 59-jährige), die ihre durchschnittliche **Erholungs - Herzschlagfrequenz  $\text{Hf}_{\text{gs}}$**  **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) aber tendenziell senken konnte, **signifikante** Verbesserungen ( $p \leq 0,05$ ) der **Erholungs - Herzschlagfrequenz  $\text{Hf}_{\text{gs}}$**  nach **submaximaler Belastung** in der **5.**



Erholungsminute.

Das Verhalten des **arteriellen Drucks** unter **Belastungsbedingungen** wird weitgehend mit der indirekten Messung nach RIVA - ROCCI und KOROTKOW ermittelt. Da die **Blutdruckwerte** eine Abhängigkeit zu dem **Herzminutenvolumen** und dem **peripheren Gefäßwiderstand** aufweisen, kommt es mit steigender Belastung zu einer Erhöhung der Herzschlagfrequenz und des systolischen Blutdrucks bei nahezu unverändertem diastolischen Druck (FRANZ, BARTELS, MÜLLER 1982).

Gerätegestütztes Training führt entgegen teilweise geäußerten Befürchtungen (BUHL, BERGER, NOWACKI 1989) nicht zu einer chronischen Steigerung der physiologischen Blutdruckwerte. Allerdings wurden diese Befunde beim Training von Bodybuildern mit konventionellen Kraftgeräten erhoben.

Die Erfolge von umfangbetonten Circuit - Weight - Training oder Kraftausdauer - Programmen sind sicherlich nicht vergleichbar mit ausgedehnten Ausdauerprogrammen. Dennoch kann man von einer **Stabilisierung** des **systolischen Blutdrucks** und von einer tendenziellen **Senkung** des **diastolischen Blutdrucks** sprechen.

Im Vergleich hierzu erreicht man mit intensiven Weight - Training - Programmen (intensives Krafttraining) **signifikante Reduktionen** des **systolischen Ruhe - Blutdrucks** (STEMPER 1994).

Die Befunde der vorliegenden Studie weisen vergleichbare Erfolge auf. Die ermittelten durchschnittlichen **systolischen Blutdruckwerte** zeigen bei **allen** Frauengruppen nach **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime **tendenzielle Reduktionen**. Aufgrund der zu kleinen Stichproben und den daraus folgenden Streuungen sind die **systolischen Blutdruckwerte** bei den Frauengruppen **I a**, **II a** und **I b** **nicht signifikant** niedriger.

Die **Gruppe II b** konnte durch eine gesteigerte **Ökonomie** der Herzarbeit (REINDEL, KLEPZIG, MUSSHOF 1960, ROST, HOLLMANN, HECK, LIESEN, MADER 1982, NOWACKI 1984, HOLLMANN, HETTINGER 2000) hingegen den durchschnittlichen **systolischen Blutdruck sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) senken.

Die durchschnittlichen **diastolischen Ruhe - Blutdruckwerte** der **Gruppe I b** waren im Vergleich dazu nach **drei** Monaten **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) **niedriger**.

Die Probandinnen, die insgesamt **sechs** Monate trainierten, verbesserten ihre durchschnittlichen **diastolischen Ruhe - Blutdruckwerte** bis zu der Abschlußuntersuchung **signifikant** ( $p \leq 0,05$ ; Gruppe II b) bzw. **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ; Gruppe II a).

Bezüglich der **Ruhe- bzw. Vorstart - Blutdruckmessungen** gab es im Vergleich zu den Befunden der **Kontrollgruppe** in **Gießen** nur bei der ersten Untersuchung von Frau H. S. stark divergierende Meßwerte (170 / 110 mmHg), die auf die situationsabhängige **Aufregung** und der **kürzeren Beruhigungsphase** in Gießen zurückzuführen sind. Die übrigen Blutdruckwerte, die in Gießen ermittelt wurden, waren mit den in Hannover gemessenen vergleichbar.

Bei dem vorliegenden Frauenkollektiv konnten in Gießen **Blutdruckwerte** bei **maximaler Belastbarkeit** ermittelt werden, die anfangs bei **210 / 110 mmHg** (Frau H. S.), **165 / 80 mmHg** (Frau G. B.: Atenolol  $1 \times 1$ ) und bei **175 / 65 mmHg** (Frau C. H.) und nach **drei** Monaten bei **180 / 65 mmHg** (Frau H. S.), **160 / 75 mmHg** (Frau G. B.: Atenolol  $1 \times \frac{1}{2}$ ) und **180 / 90 mmHg** (Frau C. H.) lagen.

Die Ergebnisse untermauern die diskutierte Modellvorstellung der möglichen **physiologischen Adaptation** durch **gerätegestütztes Krafttraining** mit additiven **Herz - Kreislauftrainingspassagen**. Das vorgestellte Trainingsregime ist basierend auf die ermittelten Befunde damit durchaus in der Lage, zumindest einem **chronischen Anstieg** der **Blutdruck-** und **Herzschlagfrequenzen entgegen zu wirken**. Tendenziell lassen sich **trainingsbedingte Reduktionen** der **Blutdruck-** und **Herzschlagfrequenzen** und damit **kardiovaskuläre Anpassungen** nachweisen, besonders bei **grenzwertig** leicht erhöhten Ausgangswerten.

#### 4.6.2 Auswirkungen auf das kardiorespiratorische Funktionssystem

Die **Tabelle 36** zeigt die Entwicklungen der **relativen Sauerstoffaufnahme**

anhand der **Microfit - System Beurteilungen**. Die Beurteilungen beziehen sich auf Klassifizierungen der CARDIORESPIRATORY FITNESS CLASSIFICATION OF THE AMERICAN HEART ASSOCIATION. Die fünf **altersgerechten** Kategorien sind in Form einer **glatten Perzentilkurve** von 2 bis 98 ausgewertet (MICROFIT 1992).

**Tab. 35: Beurteilungen der relativen Sauerstoffaufnahme  $\dot{V}O_2/\text{kg KG}$  [ $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ] vor dem Trainingsregime, nach 13 Wochen und nach 26 Wochen Rücken - Schutz - Programm**

Beurteilung:	schlecht	nicht fit	standard	fit	ausgezeichnet
<b><u>Gruppe I</u></b>					
vor TR	5	7	4	1	0
nach 13 Wo.	2	5	7	3	0
<b><u>Gruppe II</u></b>					
vor TR	9	7	3	0	0
nach 13 Wo.	2	10	4	3	0
nach 26 Wo.	0	10	5	4	0

Wie in der **Tabelle 36** zu erkennen ist, ist auch hier eine Majoritäts - Verschiebung in die **positive** Richtung auszumachen. Bis auf eine Frau, die schon bei der Aufnahme des Trainingsprogrammes als »**FIT**« beurteilt wurde, konnten alle anderen Probandinnen anfangs im Bereich »**SCHLECHT**«, »**NICHT FIT**« und »**STANDARD**« eingestuft werden. Durch das **dreimonatige**, gerätegestützte **Trainingsregime** verschob sich die Beurteilung um ca. **eine** Kategorie.

Die Verbesserungsquote der **Gruppe II** war nach insgesamt **sechs** Monaten Training nicht mehr so deutlich. **Keine** Frau konnte die relative Sauerstoffaufnahme insgesamt so stark verbessern, dass die Bezeichnung »**AUSGEZEICHNET**« angemessen war.

Die durchschnittlichen **Startwerte** der **relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_2 \cdot \text{kg}^{-1}$  KG lagen bei den **jüngeren** Frauen bei **17,7  $\pm$  4,2  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$**  bis **19,3  $\pm$  5,0  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$**  und bei den **älteren** Teilnehmerinnen vergleichbar bei **18,5  $\pm$  6,5  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$**  bis **20,0  $\pm$  6,2  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$** .

Durchschnittlich verbesserten sich die Frauengruppen **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ )

um **22 %** (Gruppe I a), **sicher signifikant** ( $p \leq 0,01$ ) um **30 %** (Gruppe II a), **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) um **20 %** (Gruppe I b) und **nicht signifikant** ( $p > 0,05$ ) um **20,5 %** (Gruppe II b).

Die **sicher signifikante** ( $p \leq 0,01$ ) **kardiopulmonale Leistungssteigerung** der **Gruppe II a** um **30 %** ( $p \leq 0,01$ ) nach **drei** Monaten Trainingsregime ist im Vergleich zu den Leistungssteigerungen der anderen Gruppen auf den **schwachen Ausgangswert** von  $17,7 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  und der geringeren Standardabweichung von  $\pm 4,2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  zurückzuführen.

Die **prozentualen** Entwicklungsraten der **drei** Frauen, die vergleichend in Gießen untersucht wurden, weisen **stark divergierende**  $\dot{V}\text{O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$  - Ergebnisse auf. Zwei Frauen, die durchschnittlich 2- bis 3mal wöchentlich trainierten, verbesserten sich bei der  $\frac{1}{2}$  **Watt**  $\cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$  - **Methode** nach NOWACKI 1974 nach **drei** Monaten Trainingsregime um **54,6 %** (H. S.) bzw. um **52 %** (G. B.). Die **Tabelle 37** zeigt die in Gießen ermittelten  $\dot{V}\text{O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$  - Werte [ $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ] vor dem Trainingsregime und nach 13 Wochen Rücken - Schutz - Programm.

**Tab. 37: Vergleichende Gegenüberstellungen der  $\dot{V}\text{O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$  - Werte [ $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ] vor dem Trainingsregime und nach 13 Wochen Rücken - Schutz - Programm**

Probandin:	Gießen I	Gießen II	Hannover I	Hannover II
H. S.	21,4	33,1	26,8	28,7
C. H.	28,3	26,6	22,7	23,3
G. B.	17,6	26,8	29,3	31,1

Frau C. H., die lediglich bis zu **einmal** in der Woche trainierte, zeigte bei der Kontrolluntersuchung in Gießen eine um **6 % geringere relative Sauerstoffaufnahme**. Grund hierfür ist einerseits sicherlich die nicht ausreichende **Trainingshäufigkeit** und andererseits eine **extreme Ernährungsumstellung** (Null - Diät), die Frau C. H. drei Tage vor dem Kontrolltermin begonnen hatte, so dass von einem Kohlenhydratmangel ausgegangen werden kann! Damit wurde wahrscheinlich eine höhere körperliche Ausbelastung, die zu einer besseren

maximalen relativen Sauerstoffaufnahme geführt hätte, worauf NOWACKI, N. S. 1998 hingewiesen hat, verhindert.

Nach den von NOWACKI, P. E. 1992 und NOWACKI, N. S. 1998 aufgestellten **Kriterien für die Beurteilung der maximalen relativen Sauerstoffaufnahme**  $\dot{V}O_2 \text{ ml STPD} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  von **Frauen** verbesserten sich zwei unserer Probandinnen von *pathologisch* zu *untrainiert (-)* (Frau G. B.) bzw. von *leistungsschwach* zu *untrainiert (+)* (Frau H. S.). Frau C. H. blieb unverändert *untrainiert (-)*. Die **Tabelle 37** zeigt in einer Übersicht diese Beurteilungen.

**Tab. 37: Beurteilungskriterien für die maximale relative Sauerstoffaufnahme  $\dot{V}O_2 \text{ ml STPD} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  von Frauen als Kriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit**

Beurteilungen von Frauen	$\dot{V}O_2 \text{ ml STPD} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
"noch nicht erreicht"	81 - 92
Weltklasse (+)	76 - 80
Weltklasse (-)	71 - 75
↑ Übergang	66 - 70
Hochtrainiert	61 - 65
↓ Übergang	56 - 60
Sehr gut trainiert	51 - 55
Gut trainiert	46 - 50
Befriedigend trainiert	41 - 45
↓ Übergang	36 - 40
Untrainiert (+)	31 - 35
Untrainiert (-)	26 - 30
Leistungsschwach	21 - 25
Pathologisch	11 - 20

Bei dem **modifizierten ÅSTRAND - Test** in Hannover erreichten die drei Frauen der Kontrollgruppe Zuwächse von **7,1 %**, **2,6 %** und **6,1 %**.

Frau C. H. absolvierte den modifizierten ÅSTRAND - Test in Hannover **vor** der **Ernährungsumstellung**, so dass die **geringe** Steigerung der **relativen Sauerstoffaufnahme** von **2,6 %** als die **trainingsbedingte** Verbesserung angesehen werden kann. Im Vergleich zu den Entwicklungsraten der anderen Teilnehmerinnen sind die oben aufgeführten prozentualen Verbesserungen bei dem

modifizierten ÅSTRAND - Test als sehr gering einzustufen. Die durchschnittliche  $\dot{V}O_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  - Verbesserung der Stichprobe lag bei ca. 20 % bis 30 %. Die Untersuchungsbefunde der durchgeführten Studie und der in der Literaturrecherche gefundenen Arbeiten bestätigen die trainingstheoretischen und sportmedizinischen Überlegungen.

Bei vergleichbaren CWT - Studien mit variablen Widerständen oder isokinetischer Trainingsmethode, die keine Ausdauerpassagen aufwiesen, sind Leistungssteigerungen von ca. 4,1 % bis 7,7 %  $\dot{V}O_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{KG}$  bzw. 15 % bis 20 % (Time / PWC 170) erreicht worden (STEMPER 1994).

Reine Ausdauerprogramme, mit vergleichbaren Herz - Kreislaufbelastungen (LifeFitness Hügel - Programm, 24 Minuten, dreimal wöchentlich für 12 Wochen Interventionsdauer) ergaben Leistungssteigerungen der relativen Sauerstoffaufnahme, die auch mit dem Microfit - Test System erhoben wurden, von durchschnittlich ca. 24,3 % (WARD, RIPPE 1987).

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse bestärken die diskutierte Annahme, dass es zu einer kardiovaskulären Anpassung bei Ausdauerbelastungen eines umfangsbetonten Trainings bedarf. Dies ist auch im Rahmen eines gerätegestützten Trainingsregimes dann möglich, wenn die Belastungsnormative in Richtung Circuit - Weight - Training oder Kraftausdauertraining verschoben wird. Hierzu reicht es nicht, bei einem Krafttraining die Grenzhertzschlagfrequenz von 60 % der theoretischen maximalen Herzschlagfrequenz zu überschreiten, da die Höhe der Herzschlagfrequenz bei Kraftbelastungen durch andere Einflußfaktoren, wie muskuläre Spannung, intermittierenden Laktatanstieg und Anstieg der Streßhormone, mitbestimmt wird (STEMPER 1994).

Die maximale Sauerstoffaufnahme  $\dot{V}O_{2\text{max}}$  gilt als objektives Kriterium der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit (HOLLMANN, HETTINGER 2000). Sie ergibt sich aus den spiroergometrischen Basisgrößen Atemminutenvolumen AMV l BTPS multipliziert mit der prozentualen Sauerstoffausnutzung der Atemluft (Differenz von Ein- minus Ausatemungsluft in Vol. %), die wiederum von der Ökonomie der Atmung, der Leistungsfähigkeit des Herzens, der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz AVD in der Kreislaufperipherie, dem Blutvolumen und von dem Körpergewicht abhängig ist (NOWACKI 1977, HOLLMANN, HETTINGER 2000).

Allerdings wird die Definition der **maximalen Sauerstoffaufnahme** nach NOWACKI 1992, wonach diese der **integrale Wert** der **aeroben und anaeroben Kapazität** ist, den Meßberechnungen bei einer erschöpfenden Ausbelastung besser gerecht.

Je besser die **Sauerstoffversorgung** der beanspruchten Organe realisiert wird, desto später treten **Ermüdungserscheinungen** auf, so dass die allgemeine **Leistungsfähigkeit** des Organismus positiver zu bewerten ist (HOLLMANN 1986). Eine Verbesserung der **Sauerstoffversorgung** des Körpers ist durch eine **Ökonomisierung** der Atmung, eine **Zunahme** der **Vitalkapazität** der Lungen, die Steigerung des **maximalen AMV** und der **Leistungsfähigkeit** des Herzens, sowie einer verbesserten **Kapillarisation** und einer **optimierten AVD O<sub>2</sub>** zu erreichen.

MEDAU, NOWACKI 1983 geben an, dass die **maximale O<sub>2</sub> - Aufnahme** bei **Nichtsportlerinnen** durchschnittlich bei ca. **1.500 ml** bis **1950 ml**, bei **Sportlerinnen** zwischen **2.000 ml** bis **3.000 ml** und bei **Leistungssportlerinnen** zwischen **3.000 ml** bis **5.000 ml** liegt.

Für die Bewertung der **kardiorespiratorischen Leistungsfähigkeit** der **drei** Frauen, die in Gießen untersucht wurden, sind in der **Tabelle 39** die Parameter der **maximalen absoluten Sauerstoffaufnahme** ( $\dot{V}O_{2max.}$ ), der **maximalen relativen Sauerstoffaufnahme** ( $\dot{V}O_{2max.} \cdot kg^{-1}$ ), sowie des **maximalen Sauerstoffpulses** ( $\dot{V}O_{2max.} \cdot Hf^{-1}$ ) mit den jeweiligen prozentualen Entwicklungsangaben aufgeführt.

Der deutlich erkennbare Anstieg sowohl der **maximalen absoluten  $\dot{V}O_{2max.}$**  als auch der **körpergewichtsbezogenen maximalen relativen  $\dot{V}O_{2max.}$**  bei Frau H. S. und Frau G. B. zeigt den **kardiopulmonalen Leistungszuwachs** von **48 %** bis **55,5 %**. Die Verbesserung des **maximalen Sauerstoffpulses** ( $\dot{V}O_{2max.} \cdot Hf^{-1}$ ) spiegelt vergleichbar die gesteigerte **Leistungsfähigkeit** und **ökonomischere** Herzarbeit wieder, da **pro Herzschlag** eine größere **Sauerstoffmenge** vom Organismus aufgenommen werden kann. Eine Steigerung des **maximalen Sauerstoffpulses** bestätigt eine **größere Herz - Kreislaufreserve** (REINDELL, KÖNIG, ROSKAMM 1967, HOLLMANN, HETTINGER 2000).

**Tab. 39: Kardiiorespiratorische Untersuchungsbefunde vor dem Trainingsregime (I.) und nach 13 Wochen (II.) Rücken - Schutz - Programm**

Leistungs - Parameter:	Frau H. S.			Frau C. H.			Frau G. B.		
	I.	II.	± %	I.	II.	± %	I.	II.	± %
$\dot{V}O_{2max}$ [l] STPD	1,3	2,0	<b>55</b>	2,8	2,6	<b>-7</b>	1,2	1,8	<b>48</b>
$\dot{V}O_{2max} \cdot kg^{-1}$ [ml] STPD	21,4	33,1	<b>55</b>	28,3	26,6	<b>-6</b>	17,6	26,8	<b>52</b>
$\dot{V}O_{2max} \cdot Hr^{-1}$ [ml] STPD	9,6	13,5	<b>41</b>	15,9	14,9	<b>-6</b>	9,8	12,5	<b>28</b>
$AMV_{max}$ [l] BTPS	37,2	56,1	<b>51</b>	93,6	75,6	<b>-19</b>	45,6	65,4	<b>43</b>
$Af$ [· min <sup>-1</sup> ]	25	30	<b>24</b>	36	31	<b>-14</b>	52	57	<b>10</b>

Eine Ursache für die relativ geringen **AMV-Werte** von Frau H. S. ( $37,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ) und Frau G. B. ( $45,6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ) kann mit einer noch **ungünstigen Atemtechnik** in Verbindung gebracht werden. Mit Hilfe des **dreimonatigen Trainingsregimes** konnten sich diese beiden Frauen um **51 %** bzw. **43 %** steigern.

#### 4.6.3 Auswirkungen auf korrelative Funktionssysteme

Das **Atemäquivalent** (AÄ) gibt Aufschluß über die **Ökonomie** der **Atmung** (NOWACKI 1979) und errechnet sich aus der **Menge Luft** [cm<sup>3</sup>], die aufgenommen werden muß, damit **1 cm<sup>3</sup> Sauerstoff** aufgenommen werden kann. Es gilt als Kriterium für die **Ausbelastung am Erschöpfungspunkt**.

Nach NOWACKI 1979 ist der **Erschöpfungspunkt** dann erreicht, wenn das **Atemäquivalent** einen Wert von **30 ± 3** überschreitet.

Die mit der **½ Watt · kg<sup>-1</sup> KG - Methode** nach NOWACKI 1974 in der **letzten Belastungsminute** erreichten **Atemäquivalentwerte** der **drei Frauen** zeigen mit **28,0** bis **37,1** deutlich, dass die Frauen bis zu ihrem **Ausbelastungsstadium** und damit bis zu dem Erreichen der **maximalen pulmonalen und kardialen Leistungsfähigkeit** belastet wurden.

Die **Ökonomie** der **Atmung** änderte sich bei den **drei Frauen nicht signifikant**, da das **Atemminutenvolumen** und die **absolute Sauerstoffaufnahme** parallele Entwicklungen aufweisen.



Der **Ventilations - Respiratorische Quotient VRQ** galt bei den **spiroergometrischen** Untersuchungen in Gießen als **Ausbelastungskriterium** und berechnet sich als **Quotient** der **CO<sub>2</sub> - Abgabe** und der **O<sub>2</sub> - Aufnahme**. Er ist deutlich von dem **metabolischen RQ** abzugrenzen (NOWACKI 1977).

Das Ansteigen des RQ - Wertes auf **1,0** wird in der Literatur (NOWACKI 1974) als **Erreichen des Erschöpfungspunktes** bei **maximaler** Leistung gewertet. Eine Fortsetzung der Arbeit ist nur Personen mit einer ausgeprägten **anaeroben Kapazität** möglich. Lediglich bei der ersten Untersuchung von Frau H. S. konnte ein RQ - Wert von über **1,0** **nicht** erreicht werden, da ihre **Blutdruckwerte** bei einem VRQ von 0,93 schon auf **210 / 110 mmHg** gestiegen waren.

#### 4.6.4      **Körperliche Leistungsfähigkeit - Gesamtarbeit, Maximale absolute und maximale relative Wattstufe**

Die Beurteilung der **körperlichen Leistungsfähigkeit**, hier als **Gesamtarbeit**  $W_{ges}$  [Watt · min] definiert und beschrieben, eignet sich sehr gut zu **vergleichen-den Darstellungen**, wenn ein **standardisiertes** ergometrisches Belastungsverfahren bis zur individuellen Erschöpfung zur Anwendung kommt (NOWACKI 1977, MELLEROWICZ 1979, NOWACKI 1979, ROST, HOLLMANN, HECK, LIESEN, MADER 1982). Bei stark **divergierenden Körpergewichtssituationen** wird die körpergewichtsbezogene Beurteilung, die **maximale relative Wattstufe**  $W_{rel}$  [Watt · kg<sup>-1</sup> KG] als **objektiver** angesehen.

Die **maximale absolute Wattstufe**  $W_{max}$  [Watt], die in der **Erschöpfungsminute** noch geleistet wird, hat entscheidenden Einfluß auf die **Maximalwerte** der **kardiorespiratorischen** und **metabolischen Funktionsgrößen** (NOWACKI 1977, MELLEROWICZ 1979, KINDERMANN 1987). Dies konnten ZHAO 1995 und ELGOHARI 2003 in eindrucksvollen spiroergometrischen Grundlagenuntersuchungen beim Vergleich von 5 ergometrischen Standard - Protokollen (KNIPPING vs. HOLLMANN vs. BAL - Methode vs. NOWACKI 1 W · kg<sup>-1</sup> KG- und 0,5 W · kg<sup>-1</sup> KG - Methoden) nachweisen.

Vor dem **dreimonatigen Trainingsregime** zeigte die **spiroergometrische** Untersuchung in Gießen, dass sich **alle drei** Probandinnen mit einer **maximal relativen**

**Wattstufe  $W_{\text{rel.}}$**  von **2 Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG** im »*normal untrainierten*« Bereich befanden (NOWACKI 1980).

Vor dem Trainingsregime lag die durchschnittliche **absolute maximale Wattstufe  $W_{\text{max.}}$**  bei **155  $\pm$  40 Watt**. Frau H. S. bewältigte in der letzten Belastungsminute **124 Watt**, Frau C. H. **200 Watt** und Frau G. B. **140 Watt**.

Die **Gesamtarbeit  $W_{\text{ges.}}$**  der Probandinnen lag anfangs im Mittel bei **652  $\pm$  217 Wattminuten**. Dabei leistete Frau H. S. **496 Wattminuten**, Frau C. H. **900 Wattminuten** und Frau G. B. **560 Wattminuten**.

Aufgrund der **Trainingsregimeorganisation** - tagesformoptimal dosiertes, dynamisches konzentrisch - exzentrisches Krafttraining der wirbelsäulenrelevanten Muskelgruppen in Kombination mit Herz - Kreislaufpassagen in individuell intendierten Trainings - Herzschlagfrequenzbereichen und abschließenden Stretchingübungen, konnte mit diesem Ausgangsleistungsniveau ein positiver Trainingseffekt erwarten werden.

Die beiden Frauen, die durchschnittlich mehr als zweimal pro Woche à ca. 70 Minuten trainierten, verbesserten ihre **körperliche Leistungsfähigkeit  $W_{\text{ges.}}$**  um **66 %** auf **825 Wattminuten** (Frau H. S.) und um **52 %** auf **850 Wattminuten** (Frau G. B.). Sie wurden nach dem Trainingsregime als »*befriedigend trainiert*« bzw. »*beginnend befriedigend trainiert*« eingestuft.

Frau C. H., die lediglich ca. **einmal** pro Woche ihr Trainingsregime absolvierte und ihre Ernährung kurz vor dem Kontrolltermin außergewöhnlich umstellte, konnte sich nur um **11 %** auf **1.000 Wattminuten** steigern und blieb somit in ihrer Einstufung »*normal untrainiert*«. Bezogen auf das jeweilige Körpergewicht ergibt sich eine Verbesserung um durchschnittlich **15 %** auf **2,3 Watt  $\cdot$  kg<sup>-1</sup> KG**.

Die **absolute maximale Wattstufe  $W_{\text{max.}}$**  konnte durch das **Rücken - Schutz - Programm** um **12 %** auf **173  $\pm$  25,2 Watt** gesteigert werden. Frau H. S. leistete in der letzten Belastungsminute **150 Watt**, Frau C. H. wiederum **200 Watt** und Frau G. B. **170 Watt**.

## 5. Zusammenfassung

Ausgehend von dem Ansteigen der **chronischen** Krankheiten am **Bewegungsapparat** insbesondere im Bereich der **Dorsopathien** und der in der Literaturrecherche gefundenen **divergierenden** Auffassungen zu diesbezüglichen **Trainingsmethoden**, ergab sich für die Arbeit in der täglichen Praxis das Bedürfnis, eine größere **Sicherheit** in der Anwendung des **trainingsmethodischen** Vorgehens eines **gerätegestützten Krafttrainings** zu erlangen.

Für die vorliegende **experimentelle, sportmedizinisch - trainingswissenschaftliche Untersuchung** absolvierten **36 untrainierte, überwiegend leistungsschwache Frauen** (28 - 68-jährig) mit anfangs **chronischen** ( $n = 33$ ) und **prächronischen** ( $n = 3$ ) **Rückenschmerzen** ein individuelles **drei-** (Gruppe I;  $n = 17$ ) bzw. **sechsmonatiges** (Gruppe II;  $n = 19$ ) **Trainingsregime**.

Das **Gesundheitssportprogramm** war in eine **standardisierte Eingangsuntersuchung** und **vergleichende Re - Tests** nach einer **drei** und **sechs Monate** dauernden **Trainingsphase** eingebettet. Im Vergleich zu den in Hannover erhobenen Leistungsdaten nahmen **drei Frauen** vor und nach dem Trainingsregime zusätzlich an **Kontrolluntersuchungen** am **Lehrstuhl für Sportmedizin** der **Justus - Liebig - Universität Gießen** teil.

Die Frauen trainierten **terminunabhängig** durchschnittlich **1,6  $\pm$  0,49** bis **1,9  $\pm$  0,77 Trainingseinheiten** pro Woche à ca. **70 - 75 Minuten**.

Mit einer **zwölfminütigen Aufwärmphase** auf einem **computergesteuerten Herz-Kreislauftrainingssystem** mit dem **LifeFitness Hügel® - Programm** wurde das individuelle Trainingsregime begonnen. Danach folgte ein **Einsatz - Krafttraining** mit einer Serie à **12 Wiederholungen** des **LifeCircuit® - Programms** an **sechs** wirbelsäulenrelevanten **computergesteuerten Krafttrainingssystemen**. Diese kombinierten die **tagesaktuelle konzentrische** mit einer **exzentrischen Belastung**. Additiv wurde ein spezielles **Gesäßmuskeltrainingssystem** in das Programm implementiert. Nach dem anschließenden **Ausdaueranteil** von **12 - 24 Minuten** **Hügel® - Programm** folgte ein **Aushängen** am **CYBEX® ChinUp** und ein abschließendes **Stretching - Programm**.

Die **Ergebnisse** dieser **experimentellen Studie** lassen sich zur **Beantwortung** der

eingangs gestellten **Fragestellungen** wie folgt zusammenfassen:

1. Die Frauen der **Gruppen I a** (28- bis 48-jährig; KG = 63,0 kg  $\pm$  10,2) und **II a** (28- bis 48-jährig; KG = 71,9 kg  $\pm$  16,2) starteten mit durchschnittlich **10 %** niedrigeren **relativen Aktionspotentialen** [ $\mu\text{V} \cdot \text{KG}^{-1}$ ] der **Bauchmuskulatur** und **30 %** niedrigeren **relativen Aktionspotentialen** [ $\mu\text{V} \cdot \text{KG}^{-1}$ ] der lumbalen **Rückenstrecker** als die älteren Frauen der **Gruppe I b** (51- bis 59-jährig; KG = 68,0 kg  $\pm$  10,2) und der **Gruppe II b** (59- bis 68-jährig; KG = 65,1 kg  $\pm$  5,5).

Die **relativen Leistungen**  $\text{TB}_{\text{rel.}}$  [ $\text{kg} \cdot \text{KG}^{-1}$ ] an den **computergesteuerten Krafttrainingssystemen** waren anfangs bei den Frauen der **Gruppe I a** und **II a** durchschnittlich bezüglich der Rumpfflexoren um **15 %**, der Rumpfflexoren um **13 %**, der Beinstrecker um **10 %**, der Beinbeuger um **13 %**, der Schulterblattfixatoren um **8 %** und bezogen auf den M. latissimus dorsi um **3 % stärker** als die der älteren Frauengruppen **I b** und **II b**.

2. **Muskuläre Dysbalancen** im Bereich der **Maximalkraft** und der **Kraftausdauer** der für die Becken- und Wirbelsäulenstatik verantwortlichen Muskelschlingen können nicht in direkter Verbindung mit **subjektiv** angegebenen **Rückenschmerzzuständen** gebracht werden. Einige Frauen aus der Gruppe der **59- bis 68-jährigen** wiesen trotz **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime **dysbalancierte hypo- bzw. hyperaktive Muskelpotentialwerte** [ $\mu\text{V} \cdot \text{KG}^{-1}$ ] auf, obwohl die **subjektiv** empfundene **Schmerzsituation** als *»wesentlich besser«* oder sogar als *»schmerzfrei«* bezeichnet wurde.

Es ist jedoch **nicht** auszuschließen, dass **Dysbalancen** im **Kraftausdauer- und Flexibilitätsbereich** mit dem **Schmerzempfinden** in Verbindung stehen, da in den meisten Fällen durch das Trainingsregime eine **muskuläre Balance** und eine **Schmerzfreiheit** erreicht werden konnte.

3. Ein **regelmäßig** durchgeführtes **Rücken - Schutz - Programm** an den **Life-Circuit®** Krafttrainingssystemen (1,6 - 1,9 Trainingseinheiten à 70 - 75 Minuten pro Woche) bewirkt durch eine **Erhöhung** des **Kraftpotentials** und einer **Verbesserung** der **neuromuskulären** Mechanismen eine deutliche **Besserung** bzw. eine **Beseitigung** von **chronischen** oder **prächronischen Rückenschmer-**

zen bei **Frauen mittleren und höheren Alters**. Der Erfolg dieser Studie kann bezüglich der **Verringerung des Schmerzempfindens** mit **100%** beurteilt werden.

4. Das **70 - 75-minütige** gerätegestützte **Krafttraining** an **6** computergesteuerten **Funktionskräftigungssystemen**, an denen die Frauen **eine Serie à 12 Wiederholungen** des **LifeCircuit® - Programms** in Form eines **Zirkeltrainings** durchführten und diese Übungen mit einer **Kräftigung des Gesäßmuskels, Ausdauerpassagen** und abschließenden **Aushäng- und Stretchingübungen** kombinierten, reicht vollkommen aus, um **gesundheitssportorientierte Zielsetzungen** zu realisieren.

5. Bezüglich **anthropometrischer, motorischer und physiologischer** Parameter kam es bei dem vorgestellten **Rücken - Schutz - Programm** mit **geringem Zeitaufwand** zu prägnanten, zumeist **statistisch signifikanten Trainingseffekten** mit einem hohen **gesundheitlichen Nutzen** für zahlreiche **Organ- und Funktionssysteme**.

Das Trainingsregime bewirkte bei kaum veränderten Körpergewicht eine deutliche, aber meist **nicht signifikante** ( $p > 0,05$ ) **Reduzierung des Körperfettanteils** um durchschnittlich **2,4 - 2,6 %**.

Die motorischen Parameter **Maximalkraft** der **Bauch- bzw. Rückenstrecker-muskulatur** konnten nach **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime **signifikant** ( $p < 0,05$ ) bis **hochsignifikant** ( $p < 0,001$ ) verbessert werden. Dabei zeigte die Entwicklung der **muskulären Verhältnisse** (Rumpfflexoren / Rumpfextensoren) **keinen einheitlichen** Trend auf. Die **Kraftniveaus** an den **LifeCircuit® Trainings- und Kraftteststationen** haben sich bei allen Frauengruppen nach **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime **signifikant** ( $p < 0,05$ ) bis **sicher signifikant** ( $p < 0,01$ ) verbessert. Die **älteren Frauen** wiesen trainingsbedingt **vergleichbare prozentuale** Steigerungsraten zu den **jüngeren** Frauengruppen auf, so dass die **älteren** Frauengruppen schon nach **drei** Monaten Trainingsregime ein **höheres muskuläres Leistungsniveau** verzeichnen konnten als die **jüngeren** Frauengruppen **zur Zeit der Startphase**. Somit kann der häufig beobachtbare **Verlust der Muskelkraft** im **Alter** zumindest teilweise auf

**geringere Alltagsbelastungen** zurückzuführen sein und darf nicht als ein **Alterungsprozess per se** angenommen werden.

Die **Gelenkbeweglichkeit** konnte sowohl bei den **jüngeren** als auch bei den **älteren** Frauen bei dem »*sit & reach*« Test durchschnittlich um **17,4 %** bis **23,3 %** in der **ersten** und nochmals um **7,9 %** bis **8,4 %** in der **zweiten** Untersuchungsphase verbessert werden. Die **älteren** Frauengruppen verzeichneten nach **drei** Monaten Trainingsregime **bessere Flexibilitätswerte** auf als die **jüngeren** Frauen zur Zeit der **Startphase**. Somit kann auch bezüglich der **Gelenkbeweglichkeit** angenommen werden, dass teilweise die **geringeren Alltagsbelastungen** zu einer eingeschränkteren Gelenkbeweglichkeit führen, aber nicht die **Alterungsprozesse per se** dieses bedingen.

6. Die Verbesserungen der **körperlichen, kardiozirkulatorischen** und **kardiorespiratorischen** Belastbarkeit / Leistungsfähigkeit können bei einer Frauenkontrollgruppe (n = 3), die am **Lehrstuhl für Sportmedizin der Justus - Liebig - Universität Gießen** erschöpfend **fahrradspiroergometrisch** nach dem  $\frac{1}{2} \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ KG}$  - Verfahren nach NOWACKI 1974 **vor** und **nach** dem **Rücken - Schutz - Programm** ausbelastet wurden, für 2 Probandinnen bestätigt werden. Eine der drei Probandinnen, die weniger als einmal pro Woche das Trainingsregime absolvierte und kurz vor der Kontrolluntersuchung in Gießen sich zu einer radikalen Ernährungsumstellung entschloss, konnte ihre maximalen biologischen Leistungsdaten nicht verbessern.

7. Die **physiologischen** Effekte zeigen sich bei der vorliegenden Untersuchung in einer **tendenziellen bis signifikanten** ( $p < 0,05$ ) **Reduzierung der Ruhe - Herzschlagfrequenz** und einer **tendenziellen bis sicher signifikanten** ( $p < 0,01$ ) **Reduzierung des systolischen und diastolischen Blutdrucks**.

Die **Ausdauerleistungsfähigkeit** konnte bei den Probandinnen um ca. **20,0 %** bis **29,9 %** **gesteigert** werden. Durchschnittlich konnte bei den **älteren Frauen** eine **gleiche bis sogar bessere Ausdauerleistungsfähigkeit** verzeichnet werden. Die **51- bis 68-jährigen** Frauen leisteten bei dem **modifizierten, submaximalen ÅSTRAND - Test** nach **drei** Monaten Trainingsregime durchschnittlich **70 ± 25 Watt** bzw. **70 ± 30 Watt** bei **Belastungs - Herzschlagfre-**

quenzen von  $136 \pm 8 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  bzw.  $138 \pm 9 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  im Vergleich zu den 28- bis 48-jährigen Frauen, die bei durchschnittlich  $60 \pm 15 \text{ Watt}$  bzw.  $60 \pm 25 \text{ Watt}$  Herzschlagfrequenzen von  $141 \pm 10 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  bzw.  $143 \pm 15 \text{ S} \cdot \text{min}^{-1}$  verzeichneten. Nach **sechs** Monaten Interventionsdauer konnten **keine signifikanten** ( $p > 0,05$ ) Unterschiede der untersuchten **Altersklassen** festgestellt werden.

8. Die Tatsache, dass die Frauen aus **Eigenmotivation** das Trainingsregime aufgenommen haben, und dass bis auf **drei** Frauen **alle** ihr **individuelles Gesundheitssportprogramm** nach **drei** bzw. **sechs** Monaten weitergeführt haben, belegt eine starke **Eigenverantwortung** für die eigene Gesundheit und eine **positive Einstellung** zu dem **Nutzen** dieses **Rücken - Schutz - Programmes**. Der **Erfolg** eines lebensbegleitenden **Gesundheitssportangebotes** hängt wesentlich von der **Einsicht** der Betreffenden, dass primär **sie selbst** für ihre Gesundheit verantwortlich sind, ab. Ein gewisses Maß an **Disziplin** und **Organisation** im persönlichen Wochenablauf ist genauso notwendig wie das **Vertrauen** zu dem betreuenden Personal, welches zu dem eine **fortwährende Motivation** garantieren sollte.
9. Die **Organisation**, die **Durchführung** und die **Betreuung** des hier vorliegenden **Rücken - Schutz - Programmes** ist so optimiert, dass bei einer **individuellen Terminplanung** und **kürzester Zeitinvestition** ein **Maximum** an **Positiveffekten** herausgeholt werden kann, ohne **Stressfaktoren** entstehen zu lassen. Die Frauen beurteilten nach **drei** bzw. **sechs** Monaten Trainingsregime den **notwendigen Zeitaufwand** größtenteils als »angemessen« bis »gut organisierbar«, so dass man bei einer **100%igen Erfolgsquote** bezüglich der **Schmerzreduzierung** das **Rücken - Schutz - Programm** als "*optimal organisiert*" einstufen kann. Das spiegelt sich auch in den Ergebnissen der **allgemeinen Beurteilung** des **Trainingsregimes** wieder. Die Majorität der Frauen bewerteten die Trainingsorganisation, -belastungen und -wirkungen als »gut« bis »ausgezeichnet«.

## 6. Literaturverzeichnis

**ADDISON, R., A. SCHULTZ:**

Trunk strength in patients seeking hospitalization  
for chronic low-back disorders.  
SPINE 5, 1980, 539 - 544

**AHLQUIST, L., A. WARD, J. RIPPE:**

The effects of different weight training protocols on muscular strength, muscle  
cross sectional area, body composition and various psychological parameters.  
Report No. EPNC - 1991 - 001  
Exercise Physiology And Nutrition Laboratory,  
University of Massachusetts, Medical School, Worcester 1991

**AHLQUIST, L., R. HINKLE, L. WEBBER, A. WARD, J. RIPPE:**

The effect of four strenght training programs  
on body composition in sedentary men.  
Vorgelegt bei der Vereinigung Kanadischer Sportwissenschafter.  
Exercise Physiology And Nutrition Laboratory,  
University of Massachusetts, Medical School, Worcester 1991

**AHLQUIST, L., A. WARD, J. RIPPE:**

Die Auswirkungen verschiedener Krafttrainingsprogranme auf  
Muskelfraft, Muskelquerschnitt, Körperzusammensetzung und  
diverse Psychologische Parameter.  
Zusammenfassungen vorgelegter Studien des ACSM über LifeFitness® - Systeme,  
Exercise Physiology and Nutrition Laboratory,  
University of Massachusetts Medical School, Worcester 1991



**AHONEN, J., T. LATHINEN, S. SANDSTRØM,  
G. POGLIANI, R. WIRHED:**

Sportmedizin und Trainingslehre.

Schattauer Verlag, Stuttgart - New York 1994

**AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE:**

The recommended quantity and quality of exercise for developing  
and maintaining fitness in healthy adults.

Med. Sci. Sports 10, 1978, Fall VII - X

**AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE:**

The recommended quantity and quality of exercise for developing  
and maintaining fitness in healthy adults.

Med. Sci. Sports 22, 1990, 265 - 274

**ÅSTRAND, P.O., I. RYHMING:**

A monogram for calculation of aerobic capacity from pulse rate  
during submaximal work.

J. Appl. Physiol. 7, 1954, 218 - 221

**BADURA, B.:**

Gesundheitsförderung als Aufgabe der Betriebskrankenkassen.

In: Die Betriebskrankenkasse (Hrsg.):

Heft 11, 1990, 691 - 699

**BAUM, K.:**

Krafttraining bei Senioren. Hilfe zum Leben im Alter.

Dtsch. Z. Sportmed. 46 / 4, 1995, 214, 219 - 220

**BAUMANN, H.:**

Altern und körperliches Training. Ziele des Sports im Alter. Beweglichkeit,  
Kondition, Trainieren. Auswirkungen auf Gesundheit, Wohlbefinden und  
Lebenszufriedenheit.

Verlag Hans Huber, Liebefeld - Bern 1992

**BECKER, P.:**

Prävention.

In: SCHWARZER, R. (Hrsg.):

Gesundheitspsychologie.

Hogrefe - Verlag für Psychologie, Göttingen 1990, 431 - 438

**BERGHOLD, F.:**

Ist Sport wirklich gesund?

Sport Praxis 32 / 4, 1991a, 8 - 10

**BERGHOLD, F.:**

Ist Sport wirklich gesund?

Sport Praxis 32 / 5, 1991b, 7 - 9

**BEUKER, F.:**

Leistungsprüfungen im Freizeit- und Erholungssport.

Sportmedizinische Schriftenreihe der DHfK, Bd. 12.

J. A. Barth - Verlag, Leipzig 1976

**BEUKER, F.:**

Wer Sport treibt lebt gesünder. Erkenntnis präventiver Sportmedizin.

In: FRANKE, E. (Hrsg.):

Sport und Gesundheit.

Rowohlt Taschenbuchverlag, Reinbeck bei Hamburg 1986, 41 - 52

**BOILEAU, R. A., B. H. MASSEY, J. E. MISNER:**

Body composition changes in adult men

during selected weight training and jogging programs.

Res. Quart 44 / 2, 1973, 158 - 168

**BÖNING, D.:**

Muskelkater.

Dtsch. Z. Sportmed. 51 / 2, 2000, 63 - 64

**BÖS, K.:**

Handbuch sportmotorischer Tests.

Hogrefe Verlag, Göttingen 1987

**BÖS, K.:**

Handbuch Motorische Tests.

Hogrefe Verlag, Göttingen - Bern - Toronto - Seattle 2001

**BÖS, K., G. WYDRA:**

Zur Effektivität bewegungstherapeutisch ausgerichteter  
stationärer Heilbehandlungen.

Dtsch. Z. Sportmed. 34 / 4, 1983, 218 - 228

**BRINGMANN, W.:**

Die Einschätzung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit für  
die Beurteilung der Sportfähigkeit und Trainingseffektivität.

Med. u. Sport 20, 1980, 104 - 113

**BRINGMANN, W.:**

Die Bedeutung und die Möglichkeiten der Entwicklung der Ausdauerfähigkeit  
im Gesundheitstraining für die Prävention von Herz - Kreislauf- und  
Stoffwechselerkrankungen.

Z. ärztl. Fortbild. Qual.sich. 78, 1982, 234 - 239

**BRINGMANN, W.:**

Die Bedeutung der Kraftfähigkeiten für Gesundheit und Leistungsfähigkeit.

Med. u. Sport 24, 1984, 97 - 100

**BRINGMANN, W.:**

Ziele und Aufgaben des Gesundheitssports in der Prävention.

Med. u. Sport 30, 1990, 195 - 199

**BRINGMANN, W., U. TAUCHEL:**

Der Einfluß unterschiedlicher sporttherapeutischer Programme  
bei statistischen Insuffizienzen im LWS - Bereich.  
Med. u. Sport 29, 1989, 211 - 214

**BÜHRLE, M., D. SCHMIDTBLEICHER:**

Maximalkraft - Schnellkraft - Bewegungsschnelligkeit.  
Lehre der Leichtathletik, A.S., 1981, 256 - 272

**BUHL, C., S. BERGER, P. E. NOWACKI:**

Nutzen und Risiko des Bodybuilding - Trainings aus  
kardio-respiratorischer und metabolischer Sicht.

In: BÖNING, D., K. M. BRAUMANN, M. W. BUSSE,  
N. MAASSEN, W. SCHMIDT (Hrsg.):  
Sport - Rettung oder Risiko für die Gesundheit.  
31. Sportärztekongress, Hannover 1988.  
Deutscher Ärzte - Verlag, Köln 1989, 702 - 706

**BUHL, H., F. MEYER - KÖHLER, P. E. NOWACKI:**

Präventive und rehabilitative Sporttherapie bei chronischen Rückenschmerzen -  
eine experimentelle Studie. D - P - 341  
Dtsch. Z. Sportmed. 52 / S 7-8 (Abstraktband), 2001, 99

**BUHL, H., F. MEYER - KÖHLER, P. E. NOWACKI:**

Preventive and rehabilitative sports therapy for chronic back pain -  
an experimentell study. D - P - 341.  
Int. J. Sports Med. 23 / S2, 2002, 119

**BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT:**

Schreiben an Herrn Huber vom 02.07.1996.  
Stellungnahme zu den Ausgaben für Gesundheitsförderung.  
Gesundheitssport und Sporttherapie 12 / 4, 1996, 24 - 25

**BUNDESVERBAND DER BETRIEBSKRANKENKASSEN:**

Jahrbuch des Bundesverbandes der Betriebskrankenkassen 1993.

Krankheitsarten- und Krankheitsunfallstatistik 1993, Essen 1994

**BUNDESVERBAND DER BETRIEBSKRANKENKASSEN:**

Krankheitsartenstatistik für das Jahr 1995.

Vorgelegt am 02.12.1996 in Bonn.

Hannoversche Allgemeine Zeitung, Nr. 285, 49. Woche, 03.12.1996, 22

**CANDIAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION:**

Canadian Standartized Test of Fitness. Operations Manual.

Fitness an Amateur Sport branch, 1981

**CARPENTER, D. M.:**

Clinical interpretation of age and genderspecific isometric strength norms.

Vortrag anlässlich des Symposiums:

„EXERCISE REHABILITATION OF THE SPINE - UPDATE 93“

Orlando, Florida, USA, 08.-10.07.1993

**CARPENTER, D. M., M. L. POLLOCK, J. E. GRAVES, S. H. LEGGETT:**

Cervical extension normative data for males and for females.

Informationsschrift der UNIVERSITY OF FLORIDA,

CENTER FOR EXERCISE SCIENCE Gainsvile, Florida, USA 1991

**CASSISI, J. E., M. E. ROBINSON, P. D. O'CONNOR, M. MAC MILLAN:**

Trunk strength and lumbar paraspinal muscle activity during isometric exercise  
in chronic low-back pain patients and controls.

SPINE 18, 1993, 245 - 251

**CASTELLANI, J., A. WARD, B. MARKS,  
D. W. KELLEHER, E. PULEO, J. RIPPE:**

The effects of diet and exercise on strength in moderately overweight women.  
UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS, Medical School, Worcester, MA.  
Abstract of Proposed Free Communication or Poster.  
AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Annual Meeting 1991

**COOPER, K. H.:**

Die neuen Gesundmacher Antioxidantien.  
BLV, München - Wien - Zürich 1995

**DEGITZ, U.:**

Krankengymnastik und Gesundheitserziehung.  
In: Deutsche Zentrale für Volksgesundheitspflege (Hrsg.):  
Informationen für die Praxis, Teil 2, Frankfurt 1991

**DE MARÉE, H.:**

Sportphysiologie. Medizin von heute.  
10. Schriftenreihe, 5. überarbeitete und erweiterte Auflage.  
TROPONWERKE, Köln - Mühlheim 1987

**DENNER, A.:**

Muskuläre Profile der Wirbelsäule.  
Bd. 1, Grundlagen.  
Verlag Sport und Buch Strauß, Köln 1995a

**DENNER, A.:**

Muskuläre Profile der Wirbelsäule.  
Bd. 2, Analyse und Trainingskonzept.  
Verlag Sport und Buch Strauß, Köln 1995b

**DEUTSCHER SPORTSTUDIO VERBAND:**

Allgemeine Eckdaten der Fitness - Anlagen in Deutschland 1990 - 2000.  
Fitness Management International 6 / 3, 2001, 26 - 32

**DONAT, K., F. MATZDORF, P. E. NOWACKI (Hrsg.):**

Sport und Hochdruck.

Sport und Bewegungstherapie im Behandlungskonzept der Hypertonie.

Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 25.

Perimed Fachbuch - Verlagsgesellschaft, Erlangen 1984

**DROSTE, C.:**

Körperliche Belastung, endogene Opiate und Schmerz.

Der Schmerz 5, 1991, 138 - 147

**DURNIN, J. V. G. A., J. WORMESLEY:**

Body Fat Assessed from Total Body Density and its Estimation from Skinfold Thickness. Measurements on 481 Men and Women Aged from 16 to 72 Years.

Br. J. Nutr. 32, 1974, 77 - 94

**ELGOHARI, Y. M. A. S.:**

Quantitative und Qualitative Corporale, Kardiozirkulatorische, kardiorespiratorische und metabolische Reaktionen von Männern bei / nach erschöpfenden Spiroergometrien in Abhängigkeit vom Trainingszustand, der Sportart sowie unterschiedlicher Belastungsmethoden.

Inaug. Diss. (Dr. phil.), Justus - Liebig - Universität Gießen 2003

**ELKELES, T.:**

Der Rückenschmerz.

WZB - Mitteilungen 66, Dezember 1994

**FLECK, S. J., W. J. KRAEMER:**

Resistance Training: physiological responses and adaptations.

Phys. Sports Med. 16, 1988, 108 - 124

**FLINT, M. M.:**

Effect of increasing back and abdominal muscle strength on low back pain.

The Research Quarterly 29 / 1, 1958, 160 - 171

**FRANZ, I. - W., F. BARTELS, R. MÜLLER:**

Normalwerte des Blutdruckes während und nach Ergometrie  
bei 20 - 50-jährigen männlichen und weiblichen Probanden.  
Zschr. Kardiolog. 71, 1982, 458 - 465

**FREIWALD, J.:**

Beweglichkeit - Teil 2.  
Bodylife, 3 / 4 1995, 76 - 89

**FREIWALD, J., M. ENGELHARDT:**

Neuromuskuläre Dysbalancen in Medizin und Sport.  
Dtsch. Z. Sportmed. 47 / 3, 1996, 99 - 106

**FULTON, M. N., G. P. JONES, M. L. POLLOCK, J. E. GRAVES,  
J. CIRULLI, S. H. LEGGETT, D. M. CARPENTER, A. JONES:**

Rehabilitation and testing.  
Conservative treatment for lower - back and cervical problems.  
Informationsschrift der UNIVERSITY OF FLORIDA,  
Departments oft Medicine and Exercise and Sport Sciences, Florida 1990

**GARBE, G.:**

Die Wirksamkeit isokinetischer Trainingsgeräte in der posttraumatischen und  
postoperativen Rehabilitation.  
Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim. 17, 1988, 169 - 173

**GARBE, G.:**

Die Wertigkeit muskulärer Dysbalancen beim Sport, bei Beschwerden am  
Bewegungsapparat und ihre trainingstherapeutische Beeinflußung.  
Z. f. Krankengymnastik 40 / 3, 1988, 189 - 198

**GARFIELD, D. S., P. WARD, R. COBB:**

The Syracuse circuit weight training study report.  
Houston, Dynamic Health Equipment 1979



**GETTMAN, L. R., J. J. AYRES:**

Aerobic changes through 10 weeks of slow and fast isokinetic training (abstract).  
Med. Sci. Sports 10 / 3, 1978, 47 - 53

**GETTMANN, L. R., M. L. POLLOCK:**

Circuit weight training.  
A critical review of its physiological benefits.  
Phys. Sports Med. 9, 1981, 44 - 60

**GOLDING, L. A., C. R. MEYERS, W. E. SINNING:**

Y's Way to Physical Fitness. Third Edition.  
YMCA Programm Store, Champaign, IL. 1989

**GRAVES, J. E., M. L. POLLOCK, D. M. CARPENTER,  
S. H. LEGGETT, A. JONES, M. MAC MILAN, M. FULTON:**

Quantitative assessment of full range - of - motion isometric  
lumbar extension strength.  
SPINE 15, 1990, 289 - 294

**GÜLLICH, A., D. SCHMIDTBLEICHER:**

Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden.  
Dtsch. Z. Sportmed. 50 / 7 - 8, 1999, 223 - 234

**HÄKKINEN, K., P. V. KOMI:**

Electromyographic changes during strength training and detraining.  
Med. Sci. Sports & Exerc. 15, 1983, 455 - 469

**HARRIS, K. A., R. G. HOLLY:**

Physiological response to circuit weight training  
in borderline hypertensive subjects.  
Med. Sci. Sports 19 / 3, 1987, 246 - 252

**HASUE, M., M. FUJIWARA, S. KIKUCHI:**

A new method of quantitative measurement of abdominal and back muscle strength.

SPINE 5, 1980, 143 - 148

**HEMPEL, L. S., C. L. WELLS:**

Cardiorespiratory cost of the Nautilus Express Circuit.

Phys. Sports Med. 13, 1985, 82 - 97

**HERM, K. - P.:**

Methoden der Körperfettbestimmung.

Dtsch. Z. Sportmed. 54 / 5, 2003, 153 - 154

**HICKSON, R. C.:**

Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance.

Eur. J. Appl. Physiol. 45, 1980, 255 - 263

**HINRICHS, H. V.:**

Sporttherapeutisches Lauftraining für Patienten mit Bandscheibenschäden und Wirbelsäulenleiden.

Sporttherapie in Theorie und Praxis 2, 1987, 2 - 4

**HOLLMANN, W.:**

Der Arbeits- und Trainingseinfluß auf Kreislauf und Atmung.

Steinkopf Verlag, Darmstadt 1959

**HOLLMANN, W.:**

Höchst- und Dauerbelastungsfähigkeit des Sportlers.

Spiroergometrische Untersuchungen und Beurteilung

von männlichen und weiblichen Personen des 1. - 8. Lebensjahrzehnts.

Wissenschaftliche Schriftenreihe des DSB, Bd. 5.

Barth Verlag, München 1963

**HOLLMANN, W.:**

Kriterien der körperlichen, kardialen und pulmonalen Leistungsgrenzen.

In: MELLEROWICZ, H., G. HANSEN (Hrsg.):

Kongreßbericht des 1. Internationalen Seminars für Ergometrie.

Egon Verlag, Berlin 1965, 186 - 196

**HOLLMANN, W.:**

Lungenfunktion, Atmung, Gasstoffwechsel im Sport.

In: HOLLMANN, W. (Hrsg.):

Zentrale Themen der Sportmedizin. 3. Auflage.

Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1986, 144 - 168

**HOLLMANN, W.:**

Gesundheitserhaltung und Leistungsförderung in der heutigen Gesellschaft.

In: PREVENT - IAS Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Stiftung,  
Karlsruhe (Hrsg.):

Ihre Gesundheit 1.

Stork, Bruchsal 1998, 1 - 12

**HOLLMANN, W., TH. HETTINGER:**

Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen.

4. durchgesehene Auflage, Studienausgabe.

Schattauer Verlag, Stuttgart - New York 2000

**HOLMSTRØM, E., U. MORITZ, M. ANDERSSON:**

Trunk muscle strength and back muscle endurance in  
construction workers with and without low back disorders.

Scand. J. of Rehab. Med. 24, 1992, 3 - 10

**HOSTER, M.:**

Zur Problematik des Dehnens in der Gymnastik - praktische Überlegungen.

In: GUTSCHE, K. - J., H. J. MEDAU (Hrsg.):

Gymnastik im neuen Jahrtausend:

Herausforderungen - Perspektiven - Innovationen.

Verlag Hofmann, Schorndorf 2002, 112 - 115

**HUBER, G.:**

Gesundheitsförderung am und für den Arbeitsplatz.  
Gesundheitssport und Sporttherapie 12 / 4, 1996, 4 - 5

**HUTTON, R. S.:**

Neuromuskuläre Grundlagen des Stretchings.

In: KOMI, P. V. (Hrsg.):  
Kraft und Schnellkraft im Sport.  
Eine Veröffentlichung der Medizinischen Kommission des IOC  
in Zusammenarbeit mit der FIMS.  
Enzyklopädie der Sportmedizin, Bd. 3.  
Deutscher Ärzte - Verlag, Köln 1994, 41 - 50

**ISRAEL, S.:**

Sport, Herzgröße und Herz - Kreislauf - Dynamik.  
Sportmedizinische Schriftenreihe, Bd. 3.  
Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1968

**ISRAEL, S.:**

Herzgröße und Herzschlagfrequenz.  
Sport und Herzschlagfrequenz.  
Johan Ambrosius Barth, Leipzig 1982

**ISRAEL, S.:**

Die Stellung des Bewegungsmangels in einem Risikofaktorenkonzept.  
Theorie und Praxis der Körperkultur 38, Beiheft 1, Berlin 1989, 3 - 51

**JACKSON, A. S., M. L. POLLOCK:**

Generalized equation for predicting body density of men.  
Br. J. Nutr. 40, 1978, 497 - 504

**JACKSON, A. S., M. L. POLLOCK, A. WARD:**

Generalized equation for predicting body density of women.  
Med. Sci. Sports Exercise 12, 1980, 175 - 182

**JACKSON, C. P., M. D. BROWN:**

Is there a role for exercise in the treatment of patients with low back pain.  
Cli. Orthop. 179, 1983, 39 - 45

**JACKSON, A. S., M. L. POLLOCK:**

Practical Assessment of Body Composition.  
The Phys. Sport Med. 13, 1985, 5

**JETTE, M.:**

The Standardized Test of Fitness in Occupational Health. A Pilot Project.  
Canad. J. Pub. Health 69, 1978, 431 - 438

**JETTE, M.:**

Reformulation of Norms for Percentage of Fat for Use in Conjunction  
with the Standardized Test of Fitness Revised.  
Canad. J. Pub. Health. 72, 1981, 451 - 454

**JONATH, U.:**

Circuittraining.  
Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 1985

**KAMBEROVIC, H., T. HASE:**

Fitness und Profit.  
Das Fachbuch für Betreiber von Freizeitanlagen und Existenzgründer.  
SSV - Verlag, Hamburg 1994

**KATCH, F. I., S. S. DRUMM:**

Effects of different modes of strength training on body composition  
and anthropometry.  
Clin. Sports Med. 5 / 3, 1986, 413 - 459

**KEATING, J. J.:**

Indications and contraindications of testing and training.

Vortrag anlässlich des internationalen Symposiums:

SPINE REHABILITATION UPDATE 91.

Daytona Beach / USA, September 1991

**KEMPF, H. - D.:**

Die Rückenschule. Das ganzheitliche Programm für einen gesunden Rücken.

Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg 1990

**KERN, K. - P.:**

Methoden der Körperfettbestimmung.

Dtsch. Z. Sportmed. 54 / 5, 2003, 153 - 154

**KESSLER, M., H. C. TRAUE, J. R. CRAM:**

EMG muscle scanning in pain patients and controls:

A replication and new data.

American J. of Pain Management 3, 1993, 20 - 28

**KESSLER, M., P. NEEF, B. GRUPP:**

Veränderungen des Schmerzerlebens durch Muskeltraining

bei Rückenschmerzpatienten.

Dtsch. Z. Sportmed. 44, 1993, 379 - 382, 391 - 392

**KESSLER, M., P. NEEF, B. GRUPP,**

**A. KOLLMANNSSBERGER, H. C. TRAUE:**

Veränderungen des Schmerzerlebens durch Muskeltraining

bei Rückenschmerzpatienten.

Physikal. Therapie 15, 1994, 387 - 392

**KIESER, G.:**

Kieser Orthopaedic rehabilitation program.

Vortrag anlässlich des Symposiums:

SPINE REHABILITATION UPDATE 91.

Daytona Beach / USA, September 1991

**KINDERMANN, W.:**

Ergometrie - Empfehlungen für die ärztliche Praxis.

Dtsch. Z. Sportmed. 40, 1987, 244 - 268

**KINDERMANN, W., B. - K. JÜNGST, H. PHILIPP, B. ROSEMEYER,  
R. ROST, P. SCHWENKMETZGER, E. ZIMMERMANN:**

Ein Vorschlag zur Definition des Begriffs Gesundheitssport.

Dtsch. Z. Sportmed. 46 / 4, 1995, 228 - 230

**KLEE, A., K. WIEMANN:**

Zur Problematik des Dehnens in der Gymnastik -  
theoretische und experimentelle Überlegungen.

In: GUTSCHE, K. - J., H. J. MEDAU (Hrsg.):

Gymnastik im neuen Jahrtausend:

Herausforderungen - Perspektiven - Innovationen.

Verlag Hofmann, Schorndorf 2002, 100 - 111

**KLEMT, U., R. ROST:**

Normwerte kindlicher Leistungsfähigkeit.

In: ROST, R., S. STARISCHKA (Hrsg.):

Das Kind im Zentrum interdisziplinärer  
sportwissenschaftlicher Forschung.

SFT - Verlag, Erlensee 1986, 193 - 203

**KÖTTERITZSCH, R., M. WITT:**

Krafttraining. Ausgewählte Teilaspekte aus der Sicht der internationalen Trainingswissenschaftlichen Literatur.

Information / Dokumentation Sport Leipzig.

Institut für Angewandte Trainingswissenschaft e.V., Leipzig 1993

**KOLLER, A., J. MAIR, W. JUDMAIER, C. HAID, K. WICKE,  
E. ARTNER- DWORZAK, K. KLASSEN, B. KRINKE,  
H. HÖRTNAGL, B. PUSCHENDORF:**

Der belastungsinduzierte Muskelschaden.

Neue Wege in der Diagnostik und der Lokalisation.

Dtsch. Z. Sportmed. 45 / 9, 1994, 346 - 352, 357 - 358

**KOLWES, M.:**

Gesamtausgaben für Probleme des Rückens und der damit zusammenhängenden Leiden.

Informationsschrift der AOK - Köln, Köln 1991

**KOMI, P. V.:**

Der Dehnungs - Verkürzungszyklus.

In: KOMI, P. V. (Hrsg.):

Kraft und Schnellkraft im Sport.

Eine Veröffentlichung der Medizinischen Kommission des IOC  
in Zusammenarbeit mit der FIMS.

Enzyklopädie der Sportmedizin, Bd. 3.

Deutscher Ärzte - Verlag, Köln 1994, 173 - 182

**KRÄMER, J.:**

Bandscheibenschäden. Vorbeugen durch Rückenschule.

Wilhelm Heyne Verlag, München 1992

**LAGERSTRØM, D.:**

Sport und Gesundheit.

Perimed Verlag, Erlangen 1983



**LAGERSTRØM, D.:**

Editorial zu den Entscheidungen im Gesundheitswesen.

Gesundheitssport und Sporttherapie 12 / 4, 1996, 3

**LAKIE, M., L. G. ROBSON:**

Thixotropic changes in human muscle stiffness and the effects of fatigue.

Quarterly J. of Experimental Phys. 73, 1988, 486 - 500

**LANGRANA, N. A., C. K. LEE, H. ALEXANDER, C. W. MAYOTT:**

Quantitative assessment of back strength using isokinetics testing.

In: STEINMETZ, U., A. STRAUB,

J. HILDEBRANDT, F.-B. M. ENSINK:

Die Bedeutung der Kraftleistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur  
für die Pathogenese chronischer Rückenschmerzen (Teil 17).

Ein Literaturüberblick unter besonderer Berücksichtigung der  
isokinetischen Methode.

Gesundheitssport und Sporttherapie 8 / 5, 1992, 4 - 7

**LEHNHARDT, U., T. ELKELES, R. ROSENBROCK:**

Rückenschmerzen - Befunde epidemiologischer Forschung.

Z. allg. Med., 1994, 561 - 565

**LIFECIRCUIT® BENUTZER - HANDBUCH:**

Krafttrainingssystem LifeCircuit®.

Life Fitness, Inc., Irvine, California 1990

**LÖLLGEN, H., J. SCHULTE:**

Ergometrie in der Praxis.

Perimed Verlag, Erlangen 1983

**MÄURER, U.:**

Die Bedeutung der modernen kardio - respiratorischen Funktionsdiagnostik  
für jugendliche Leistungssportler.

Inaug. Diss. (Dr. med.), JLU Gießen 1977

**MANNICHE, C., E. LUNDBERG, I. CHRISTENSEN,**

**L. BENTZEN, G. HESSELSON:**

Intensiv dynamic back exercises for chronic low back pain. A clinical trial.

PAIN 47, 1991, 53 - 63

**MARCINIK, E. J., J. A. HODGDON, K. MITTELMAN, J. J. O'BRIAN:**

Fitness changes of women following aerobic based programs

featuring calisthenic or circuit weight training exercises.

Eur. J. Appl. Physiol. 54, 1985b, 244 - 249

**MATZDORF, F.:**

Das Ergo - EKG.

In: MELLEROWICZ, H.:

Ergometrie - Grundriß der medizinischen Leistungsmessung. 3. Auflage.

Urban u. Schwarzenberg, München - Wien - Baltimore 1979, 275 - 285

**MAYER, F., T. HORSTMANN, W. KÜSSWETTER, H. - H. DICKHUTH:**

Isokinetik - Eine Standortbestimmung.

Dtsch. Z. Sportmed. 45 / 7 - 8, 1994, 272 - 287

**MAYER, F., A. GOLLHOFER, A. BERG:**

Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken.

Dtsch. Z. Sportmed. 54 / 3, 2003, 88 - 94

**MAYER, T.:**

Whole person function testing.

Vortrag anläßlich des internationalen Symposiums: SPINE AND STRENGTH.

San Diego / USA 17 - 18. Juni 1992

**MAYER, T., R. J. GACHEL, N. KISCHINO, J. KEELEY,  
P. CAPRA, H. MAYER, J. BARNETT, V. MOONEY:**

Objective assessment of spine function following industrial injury.

A prospective study with comparison group and one - year follow - up.

In: STEINMETZ, U., A. STRAUB,

J. HILDEBRANDT, F.-B.M. ENSINK:

Die Bedeutung der Kraftleistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur  
für die Pathogenese chronischer Rückenschmerzen (Teil 17).

Ein Literaturüberblick unter besonderer Berücksichtigung der  
isokinetischen Methode.

Gesundheitssport und Sporttherapie 8 / 5, 1992, 4 - 7

**MAYHEW, J. L., P. M. GROSS:**

Body composition changes in young women with high resistance weight training.

Res Quart 45 / 4, 1974, 433 - 440

**MC NEIL, T., D. WARWICK, G. ANDERSSON, A. SCHULTZ:**

Trunk strengths in attempted flexion, extension, and lateral bending  
in healthy subjects and patients with low-back disorders.

SPINE 5, 1980, 529 - 538

**MEDAU, H. J., P. E. NOWACKI:**

Frau und Sport, die Bedeutung der Gymnastik - sportmedizinische  
und sportwissenschaftliche Aspekte.

Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 19.

Perimed Verlag, Erlangen 1983

**MEDAU, H. J., P. E. NOWACKI:**

Die ergometrische Belastung von Frauen.

Ein Modell zur besseren Leistungsbeurteilung.

Therapiewoche 34, 1984, 3873 - 3875

**MELLEROWICZ, H.:**

Herz und Blutkreislauf beim Sport.

In: ARNOLD, A.:

Lehrbuch der Sportmedizin.

Barth Verlag, Leipzig 1956

**MELLEROWICZ, H., P. E. NOWACKI:**

Vergleichende Untersuchungen von Atem- und Kreislauffunktionen bei physikalisch gleicher ergometrischer Arbeit im Stehen, Sitzen und Liegen.

Z. Kreislaufforsch. 50, 1961, 1002 - 1014

**MELLEROWICZ, H.:**

Ergometrie.

Grundriß der medizinischen Leistungsmessung. 1. Auflage.

Urban & Schwarzenberg Verlag, München - Berlin 1962

**MELLEROWICZ, H.:**

Ergometrie.

Grundriß der medizinischen Leistungsmessung. 3. Auflage.

Urban & Schwarzenberg Verlag, München - Wien - Baltimore 1979

**MELLEROWICZ, H., I. W. FRANZ:**

Standardisierung, Kallibrierung und Methodik in der Ergometrie.

Perimed Verlag, Erlangen 1983

**MELLEROWICZ, H., W. NOACK:**

Training und Sport zur Prävention und Rehabilitation in der technisierten Umwelt.

Deutscher Sportärzte Kongress Berlin, 27. -29. September 1984.

Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1985

**MESSIER, S. P., M. E. DILL:**

Alterations in Strength and Maximal Oxygen Uptake consequent to Nautilus Circuit Weight Training.

Res Quart. Exercise and Sport 56 / 4, 1985, 345 - 351

**MEUSEL, H.:**

Sport ab 40. Aktiv für Fitness und Gesundheit.

Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 1988

**MEYER - KÖHLER, F.:**

Präventive und rehabilitative Sporttherapie bei chronischen Rückenschmerzen - Experimentelle Untersuchungen bei Männern mit computergesteuerten Trainingssystemen.

Inaug. Diss. (Dr. phil.), Justus - Liebig - Universität Gießen 2001

**MICROFIT:**

Benutzerhandbuch, Version 6.41 DEU,

Microfit, Inc., 1077 - B Independence Ave.

Mountain View, California 1992

**MISNER, J. E., R. A. BOILEAU, B. H. MASSEY, J. L. MAYHEW:**

Alterations in the body composition of adult men during selected physical training programs.

J. Am. Geriatr. Soc. 22, 1974, 33 - 38

**MOONEY, V.:**

Future directions in orthopaedic rehabilitation.

Vortrag anlässlich des internationalen Symposiums:

SPINAL REHABILITATION UPDATE 91

Daytona Beach, September 1991

**MOONEY, V.:**

Functional evaluation of the spine.

Current opinion in orthopedics 5 / 11, 1994, 54 - 57

**MÜLLER, G., E. HILLE:**

Muskuläre Dysbalancen im Rumpf - Möglichkeiten und Grenzen der klinischen und maschinellen Diagnostik in der Sportmedizin - Fortsetzung.

Dtsch. Z. Sportmed. 47 / 9, 1996, 483 - 487

**NEEF, P., M. CAIMI:**

Chronische Kreuzschmerzen. Funktionsdiagnostik und Therapie mit dem MedX - System. Die Nelson - Studie.

Gesellschaft für medizinische Kräftigungstherapie, Basel 1994

**NELSON, B. W.:**

Clinical results: A two year review.

Vortrag anlässlich des internationalen Symposiums:

SPINE AND STRENGTH

San Diego 17. - 18. Juli 1992

**NELSON, B. W.:**

Vortrag anlässlich des

ERSTEN EUROPÄISCHEN SPINE AND STRENGTH MEETING

Frankfurt / Main 12. März 1994

In: NEEF, P., M. CAIMI:

Chronische Kreuzschmerzen. Funktionsdiagnostik und Therapie mit dem MedX - System. Die Nelson - Studie.

Gesellschaft für medizinische Kräftigungstherapie, Basel 1994

**NEUMANN, B.:**

Maximale körperliche und kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit und Muskelstoffwechsel bei Adipösen bei freiwilliger absoluter Nahrungskarenz und sportlicher Betätigung.

Inaug. Diss. (Dr. med.), Universität Lübeck 1979

**NEWTON, M., D. SOMERVILLE, I. HENDERSON, G. WADDELL:**

Trunk strength testing with iso - machines. Part 2. Experimental evaluation of the CYBEX II Back Testing System in normal subjects and patients with chronic low back pain.

SPINE 18, 1993, 812 - 824

**NIESTEN - DIETRICH, U., G. SIMON, G. BLOME,**

**H. SCHULTE, A. SCHMIDT, G. ASSMANN:**

Wirkungen eines Geh-, Lauf- und Krafttrainings auf  
Leistungsfähigkeit und Fettstoffwechselformparameter.

Dtsch. Z. Sportmed. 45 / 1, 1994, 18 - 20, 25 - 30

**NORDIN, M., N. KAHANOVITZ, R. VERDERAME, M. PARNIANPOUR,**

**S. YABUT, K. VIOLA, N. GREENIDGE, M. MULVIHILL:**

Normal trunk muscle strength and endurance in women and the effect  
of exercises and electrical stimulation. Part 1:

Normal endurance and trunk muscle strength in 101 women.

SPINE 12, 1987, 105 - 111

**NOWACKI, N. S.:**

Entwicklung des Sportmedizinischen Leistungsprofils beim Skilanglauf  
in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht.

Inaug. Diss. (Dr. med.), Christian - Albrecht - Universität zu Kiel 1998

**NOWACKI, P. E.:**

Funktionsdiagnostik der kardio - pulmonalen Leistungsfähigkeit.

Der Kassenarzt 13, 1973, 77 - 94

**NOWACKI, P. E.:**

Die Objektivierung der körperlichen und kardiopulmonalen  
Leistungsfähigkeit mit einfachen und komplizierten Methoden.

Physiotherapie 65, 1974, 663 - 666, 727 - 732, 792 - 795

**NOWACKI, P. E.:**

Möglichkeiten der medizinischen Leistungsdiagnostik.

- In: DSB, Bundesausschuss Leistungssport (Hrsg.):  
Informationen zum Training.  
Medizinische Betreuung des Leistungssportlers in Training und  
Wettkampf, Leistungssport 3, Beiheft, 1975, 77 - 119

**NOWACKI, P. E.:**

Funktionsdiagnostik der körperlichen und kardio - pulmonalen Leistungsfähigkeit.

- In: ADAM, K., H. LENK, P. E. NOWACKI,  
M. RULLFS, W. SCHRÖDER:  
Rudertraining.  
Limpert Verlag, Bad Homburg 1977, 262

**NOWACKI, P. E.:**

Sportmedizinische und leistungsphysiologische Aspekte des Ruderns.

- In: ADAM, K., H. LENK, P. E. NOWACKI,  
M. RULLFS, W. SCHRÖDER:  
Rudertraining.  
Limpert Verlag, Bad Homburg 1977, 251 - 615

**NOWACKI, P. E.:**

Das Atemäquivalent bei ergometrischer Leistung.

- In: MELLEROWICZ, H.:  
Ergometrie. 3. Auflage.  
Urban & Schwarzenberg München - Wien - Baltimore 1979, 242 - 256

**NOWACKI, P. E.:**

Neue Aspekte der körperrgewichtsbezogenen Fahrrad- und Laufbandergometrie  
für den Leistungs-, Breiten- und Rehabilitationssport.  
Sport- u. Leistungsmed., 1980, 255 - 267



**NOWACKI, P. E.:**

Chronische Kreislauferkrankungen und Sport.

- In: LÜBS, E. D. (Hrsg.):  
Chronische Erkrankungen und Sport.  
Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 18.  
Perimed Verlag, Erlangen 1983, 26 - 51

**NOWACKI, P. E.:**

Stellenwert von Sport- und Bewegungstherapie bei  
Koronarkranken und Hypertonikern für Urlaub und Freizeit.

- In: DONAT, K., F. MATZDORF, P. E. NOWACKI:  
Sport und Hochdruck. Sport und Bewegungstherapie im  
Behandlungskonzept der Hypertonie.  
Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 25.  
Perimed Verlag, Erlangen 1984, 76 - 99

**NOWACKI, P. E.:**

Geschlechtsspezifische sportmedizinische Belastbarkeit in  
Abhängigkeit von Sportart und Alter.

- In: MEDAU, H. J. u. NOWACKI, P. E. (Hrsg.):  
Frau und Sport II, Leistungsmerkmale der Frau -  
Leistungsunterschiede zum Mann.  
Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 26.  
Perimed - Verlag, Erlangen 1985, 19 - 40

**NOWACKI, P. E.:**

Unterschiede und Entwicklungen der maximalen biologischen Leistungsfähigkeit  
sport- und nicht sporttreibender Kinder und Jugendlicher.

- In: RIEKERT, H. (Hrsg.):  
Sportmedizin - Kursbestimmung.  
Kongreßband 30. Deutscher Sportärztekongreß Kiel 1986  
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - London - Paris -  
Tokyo 1987, 75 - 84

**NOWACKI, P. E.:**

Sportmedizinische Leistungsdiagnostik.

In: EBERSPÄCHER, H. (Hrsg.):

Handlexikon der Sportwissenschaft. 2. Auflage.

Rowohlt - Taschenbuch - Verlag, Reinbeck bei Hamburg 1992, 237 - 246

**NOWACKI, P. E.:**

Trainingssteuerung.

In: EBERSPÄCHER, H. (Hrsg.):

Handlexikon der Sportwissenschaft.

Rowohlt - Taschenbuch - Verlag, Reinbeck bei Hamburg 1992, 504 - 507

**NOWACKI, P. E., G. ALEFELD:**

Training und Sport als Mittel der Präventiven Medizin

in der technisierten Umwelt.

Medwelt 36, 1985, 886 - 894

**O'HAGEN, F. T.:**

Response to resistance training in young women and men.

Int. J. Sports Med. 16 / 5, 1995, 314 - 321

**OYSTER, N.:**

Effects of heavy - resistance weight training program on college women athletes.

J. Sports Med. 19, 1979, 79 - 83

**PETERSEN S. R., G. D. MILLER, H. A. QUINNEY, H. A. WENGER:**

The Influence of High - Velocity Resistance Circuit Training on Aerobic Power.

JOSPT 9 / 10, 1988, 339 - 344

**POPE, M. H., T. R. BEVINS, D. G. WILDER, J. W. FRYMOYER:**

The relationship between anthropometric, postural, muscular  
and mobility characteristics of males ages 18 - 55.

In: STEINMETZ, U., A. STRAUB,

J. HILDEBRANDT, F.-B. M. ENSINK:

Die Bedeutung der Kraftleistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur  
für die Pathogenese chronischer Rückenschmerzen (Teil II).

Ein Literaturüberblick unter besonderer Berücksichtigung der  
isokinetischen Methode.

Gesundheitssport und Sporttherapie 8 / 5, 1992, 4 - 7

**RASPE, H.:**

Epidemiologische und sozialmedizinische Aspekte von Rückenschmerzen.

Vortrag anlässlich des Symposiums: Rückenschmerzen bei Erkrankungen der  
Wirbelsäule als interdisziplinäre Aufgabe. Köln 08.06.1991

**RASPE, H., T. KOHLMANN:**

Rückenschmerzen - eine Epidemie unserer Tage.

Dtsch. Ärzteblatt 90 / 44, 1993, C 1963 - C 1967

**REINDELL, H., H. KLEPZIG, K. MUSSHOF:**

Das Sporttherz. Handbuch der Inneren Medizin IX / 1.

Springer Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1960, 931 - 951

**REINDELL, H., K. KÖNIG, H. ROSKAMM:**

Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens.

Thieme Verlag, Stuttgart 1967

**RIECKERT, H.:**

Kreislauf.

In: EBERSPÄCHER, H. (Hrsg.):

Handlexikon Sportwissenschaft.

Rowohlt Taschenbuch Verlag Reinbek bei Hamburg 1992, 204 - 208

**RIEDER, H.:**

Gesundheit und Bewegung aus pädagogisch - psychologischer Sicht.

In: Forum Gesundheit, Schriftenreihe der LAG für Gesundheitserziehung,  
VUD Verlag Baden Württemberg, Freudenstadt 1990, 31 - 38

**RIPPE, J.:**

Effects of training using the 12 minute LifeCycle hill profile.

Exercise Physiology And Nutrition Laboratory,

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS

Medical School, Worcester, MA 01605 1988

**RIPPE, J.:**

Genauigkeitsbewertung des digitalen Herzfrequenzkontrollsystems LifePulse®.

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS

Medical School, Worcester, MA 01605 1992

**RISCH, S. V.:**

Lumbar strengthening in chronic back pain patients:

psychological and physiological benefits.

SPINE 18, 1993, 232 - 238

**RISCH, S. V., N. K. NORVELL, M. L. POLLOCK, E. D. RISCH,**

**H. LANGER, M. N. FULTON, S. H. LEGGETT, J. E. GRAVES:**

Lumbar strengthening in chronic back pain patients: psychological and  
physiological benefits. Paper present at the American Psychological Association  
(APA) Meeting, August 1990

In: KESSLER, M., P. NEEF, B. GRUPP,

A. KOLLMANNBERGER, H.C. TRAUE:

Veränderungen des Schmerzerlebens durch Muskeltraining  
bei Rückenschmerzpatienten.

Phys. Therapie 15 / 6, 1994, 387 - 392

**ROBINSON, M. E., J. E. CASSISI, P. D. O'CONNOR, M. MAC MILLAN:**

Lumbar iEMG during isotonic exercise.

Chronic low back pain patients versus controls.

J. of Spinal Disorders 5 / 1, 1992, 8 - 15

**ROST, R., W. HOLLMANN, H. HECK, H. LIESEN, A. MADER:**

Belastungsuntersuchungen in der Praxis.

Grundlagen, Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren.

Thieme Verlag, Stuttgart - New York 1982

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Motorische Beanspruchungsform Kraft - Definition und Trainierbarkeit.

In: v. OW, D.:

Muskuläre Rehabilitation. Beurteilung motorischer Funktionen

Patientengerechte Übungs- und Trainingskonzepte.

Perimed Verlag, Erlangen 1987, 62 - 85

**SCHMIDTBLEICHER, D.:**

Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit.

In: BAUR, J., BÖS, K., SINGER, R. (Hrsg.):

Motorische Entwicklung. Ein Handbuch.

Verlag Karl Hofmann, Schorndorf 1994, 129 - 150

**SCHNEIDER, H.:**

Die Trainingstherapie, eine Methode zur Behandlung von Rückenschmerzen.

Inaug. Diss. (Dr. med.) Universität Würzburg 1993

**SCHOBERT, H.:**

Drabert ist richtiges Sitzen.

Informationsbroschüre der Firma Drabert Söhne GmbH & Co., Minden 1992

**SCHWARZER, R.:**

Gesundheitspsychologie.

Verlag für Psychologie, Dr. J.C. Hogrefe, Göttingen 1990

**SEEDS, R., J. LEVENE, H. GOLDBERG:**

Abnormal patient data for the isostation B 100.

J. of Orthopaedics and Sports Physiotherapy 10, 1988, 121 - 133

**SHEPHARD, R. J.:**

Computer programs for solution of the Åstrand monogram  
and the calculation of body surface area.

J. Sports Med. Phys. Fitness 10, 1970, 206 - 209

**SIBLEY, R. D.:**

Additional clinical applications - future directions.

Vortrag anlässlich des internationalen Symposiums: SPINE AND STRENGTH  
San Diego 17. - 18. Juli 1992

**SINAKI, M., K. P. OFFORD:**

Physical activity in postmenopausal women:

Effect on back muscle strength and bone mineral density of the spine.

Arch. Phys. Med. Rehabil. 69 / 4, 1980, 277 - 280

**SIRI, W. E.:**

Body composition from fluid spaces and density.

Univ. Calif. Donner Lab. Med. Phys. Rept. 19<sup>th</sup> March 1956

**SMIDT, G. L., P. R. BLANPIED, R. W. WHITE:**

Exploration of mechanical and electromyographik responses  
of trunk muscles to high - intensity resistive exercise.

SPINE 14, 1989, 815 - 830

**SPENGLER u. Mitarb.:**

Back injuries in industry. A retrospective study. 1. Overview and cost analysis.

In: DENNER, A.:

Muskuläre Profile der Wirbelsäule. Band 1, Grundlagen.

Verlag Sport und Buch Strauß, Köln 1995, 2.10

**STARISCHKA, S.:**

Sportmotorische Tests für Fitnesstraining. Anmerkungen und Anregungen.

In: BEUKER, F.:

Fitness - Heute. Standortbestimmungen aus Wissenschaft und Praxis.

Erkrath Verlag, DGF 1993, 42 - 53

**STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND, GRUPPE VII B:**

Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis zum Jahr 2050

Ergebnisse der 9. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung.

Wiesbaden 2000, 7

**STRAUB, A., U. STEINMETZ, J. HILDEBRANDT, F. - B. M. ENSINK:**

Die Bedeutung der Kraftleistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur für die

Pathogenese chronischer Rückenschmerzen (Teil I).

Gesundheitssport und Sporttherapie 8 / 5, 1992, 4 - 7

**STEINMETZ, U., A. STRAUB, J. HILDEBRANDT, F. - B. M. ENSINK:**

Die Bedeutung der Kraftleistungsfähigkeit der Rumpfmuskulatur für die

Pathogenese chronischer Rückenschmerzen (Teil II). Ein Literaturüberblick unter besonderer Berücksichtigung der isokinetischen Methode.

Gesundheitssport und Sporttherapie, 8 / 6, 1992, 4 - 7

**STEMPER, T.:**

Effekte des gerätegestützten Fitnesstrainings.

Veränderungen anthropometrischer, motorischer und physiologischer Parameter durch Training an Fitnessgeräten.

SSV - Verlag, Hamburg 1994

**STOBOY, H.:**

Physiologische Grundlagen der Erregbarkeit des Muskels.

In: RIECKERT, H.:

Sportmedizin - Kursbestimmung.

Springer Verlag, Berlin 1987, 65 - 77

**STRAUZENBERG, S. E.:**

Beitrag zu Grundlagen des Gesundheitstrainings.

Med. u. Sport 12, 1972, 193 - 196

**STRAUZENBER, S. E.:**

Störungen der Anpassungsvorgänge im Vorfeld der Krankheit.

Med. u. Sport 22, 1982, 60 - 68

**TEUFEL, R., H. C. TRAE:**

Myogenic factors in low back pain.

In: BISCHOFF, C., H. C. TRAE, H. ZENZ:

Clinical Perspectives on Headache and Low Back Pain.

Hogrefe & Huber, Toronto 1989, 64 - 83

**THRASH, K., B. KELLY:**

Research Notes. Flexibility and strength Training.

J. Appl. Sports Sci. Res. 4 / 1, 1987, 74 - 75

**TITTEL, K.:**

Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen.

13. überarbeitete Auflage.

Urban & Fischer Verlag, München 2000

**TRIANO, J. J., A. B. SCHULTZ:**

Correlation of objective measure of trunk motion and  
muscle function with low back disability ratings.

SPINE 12, 1987, 561 - 565

**TRÖGER, M., P. de CASTRO, P. E. NOWACKI:**

Erschöpfende Ausbelastung von Skilangläufern durch

körpergewichtsbezogene Laufband - Spiro - Ergometrie.

In: RIECKERT, H. (Hrsg.):

Sport an der Grenze menschlicher Leistungsfähigkeit.

Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1981, 57 - 68



**ULLRICH, K., A. GOLLHOFER:**

Physiologische Aspekte und Effektivität unterschiedlicher Dehnmethoden.

Dtsch. Z. Sportmed. 9, 1994, 336 - 345

**UNIVERSITÄT DÜSSELDORF:**

Gründe für das Sporttreiben. Gesundheit als Sportmotivation Nr. 1.

Dtsch. Z. Sportmed. 45 / 1, 1994, 38

**UNIVERSITY OF FLORIDA, CENTER FOR EXERCISE SCIENCE:**

Lumbar extension strength norms for males and females.

Gainsville, Florida, USA 1992

**VERBAND DEUTSCHER VERSICHERUNGSTRÄGER (Hrsg.):**

VDR Statistik Rentenzugang des Jahres 1994, Bd. 113.

Frankfurt 1995

**VOIGT, H. - P.:**

Gesundheit für alle.

- In: BVB der Betriebskrankenkassen, Referat Gesundheit (Hrsg.):  
Gesundheit für alle - Gesundheitsförderung durch Betriebskrankenkassen, Dokument einer Veranstaltung des BVB BKK.  
CW Haarfeld Verlag, Essen 1990, 11 - 13

**v. OW, D.:**

Koordination.

- In: v. OW, D., G. HÜNI (Hrsg.):  
Muskuläre Rehabilitation. Beurteilung motorischer Funktionen,  
patientengerechte Übungs- und Therapiekonzepte.  
Perimed Verlag, Erlangen 1987, 42 - 50

**WARD, A., J. RIPPE:**

Effects of training using the 24 minute LifeCycle hill profile.

Exercise Physiology And Nutrition Laboratory,

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS

Medical School, Worcester, MA 01605 1987

**WARD, A., C. EBBELING, M. DEDRICK, S. WILKIE, J. RIPPE:**

Time course of physiologic changes during intervall and

steady - state cycle training.

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS

Center for Health & Fitness, Worcester, MA 01605 1988

**WEIß, M., H. WEICKER:**

Kardiologische Aspekte des Breitensports.

In: CLAUSS, A. (Hrsg.):

Sport, Bewegungstherapie und sozialmedizinische Begutachtung.

Perimed Verlag, Erlangen 1981, 79 - 93

**WILKIE, S., A. WARD, D. PARKER, S. O'HANLEY,**

**M. HAGAN, K. BERTAGNOLI, J. RIPPE:**

Physiologic comparison of two intervall training regimes

using a computerized stationary cycle.

UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS

Medical Center, Worcester, MA 01605 1989

**WILMORE, J. H.:**

Athletic Training and Physical Fitness.

Allyn and Bacon, Inc. Boston, Massachusetts 1976

**WILMORE, J. H., R. B. PARR, R. N. GIRANDOLA, P. WARD,**

**P. A. VODAK, T. J. BARSTOW, T. V. PIPES, G. T. ROMEO, P. LESLIE:**

Physiological alterations consequent to circuit weight training.

Med. Sci. Sports, 10 / 2, 1978, 79 - 84

**WYDRA, G., S. GLÜCK:**

Dynamisches Dehnen in der Sporttherapie?

Gesundheitssport und Sporttherapie 18, 2002, 124 - 128

**ZHAO, Z.:**

Qualitative und quantitative kardiorespiratorische Reaktionen bei Trainierten in Abhängigkeit von international standardisierten fahrradspiroergometrischen Belastungsverfahren im Sitzen.

Inaug. Diss. (Dr. med.), Justus - Liebig - Universität Gießen 1995, 1 - 150

## 7. Anhang

	<u>Seite</u>
Anhang I: Eingangs - Analysebogen	237
Anhang II: Re - Test - Analysebogen	238
Anhang III: Abschluß - Analysebogen	239
Anhang IV: Microfit - Testausdruck	240
Anhang V: Klinischer Befund Anamnesebogen - JLU	241
Anhang VI: Sportärztlicher Untersuchungsbogen - JLU	242
Anhang VII: Ergometrie - Test - Bogen - JLU	243
Anhang VIII: Trainingsprotokoll Rücken - Schutz - Programm	244
Anhang IX: Stretching - Programm Seite 1	245
Anhang X: Stretching - Programm Seite 2	246

## Anhang I: Eingangs - Analysebogen

**Eingangs-Analysebogen**

25.10.94

Name: <u>SCHILD</u>	Vorname: <u>HERTA</u>
Straße, Hausnr.: <u>HUBERBOLDSTR. 14a</u>	PLZ, Ort: <u>30455 H.</u>
Geb.-Datum: <u>08.10.1977</u>	Beruf: <u>RUHESTAND</u>

Betreiben Sie Sport? ja ☐ (welchen?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 sporadisch,  $\leq$  1h/Woche ☐ regelmäßig, 1h/Woche ☐ regelmäßig, 2h/Woche ☐

Treten hierbei gesundheitliche Beschwerden auf? ja ☐ (welche?) \_\_\_\_\_ nein ☒

Leiden Sie unter

- Rückenproblemen ja ☒ (welche?) VERS. 1 ISCHMIE (RG.) nein ☐  
 Schmerzregion: HWS ☒ BWS ☐ LWS ☒  
 sporadisch ☐ nach Belastung ☐ nach Ruhephasen ☐ regelmäßig ☒ permanent ☐  
 seit: \_\_\_\_\_ Wochen \_\_\_\_\_ Monaten > 2 Jahren

- Herz-/Kreislaufschwäche ja ☐ (Art?) \_\_\_\_\_ nein ☒

- Gelenkproblemen ja ☒ (welche?) REHTMAT. Knie + SG. RE. nein ☐

Wurden schon operative Maßnahmen ergriffen: ja ☒ (welche?) BREUSTKREBS  
 (wann?) 1977 nein ☐

Akuter Schmerzzustand: permanent schmerzhaft ☒ zeitweise schmerzhaft ☐  
 nach Belastungen schmerzhaft ☐ leicht spürbar ☐  
 keine Schmerzen ☐

oder: \_\_\_\_\_

Nehmen Sie Medikamente ein? ja ☐ (welche?) \_\_\_\_\_ nein ☒

Rauchen Sie? ja ☐ (wieviel?) \_\_\_\_\_ nein ☒

Ihre Ernährung ist als bewußt ausgewogen ☐ ausgewogen ☒  
 unausgewogen ☐ ungesund einzustufen. ☒

Hat Ihnen Ihr Arzt ein individuelles Bewegungsprogramm -

untersagt? ja ☐ (weshalb?) \_\_\_\_\_ nein ☒

empfohlen? ja ☐ (was?) \_\_\_\_\_ nein ☒

Ever-med Bauch: 1. 2. 3.  
 Empfindlichkeit ( $\mu$ V) A: 600 Spitzenwert [%]: 40.142.140  $\rightarrow$  243.99 / 124.0  
 Ever-med Rücken:  
 Empfindlichkeit ( $\mu$ V) A: 600 Spitzenwert [%]: 50.150.149  $\rightarrow$  298.0

<b>Bauch:</b>	<u>40</u>	<b>Rücken:</b>	<u>-47</u>
	<u>42</u>		<u>-56</u>
	<u>-44</u>		<u>50</u>
	<u>40</u>		<u>50</u>
	<u>-39</u>		<u>48</u>

## Anhang II: Re - Test - Analysebogen

**Re-Test-Analysebogen**

26.01.95

Name: <u>SCHILD</u>	Vorname: <u>HERTA</u>
Straße, Hausnr.: <u>HILDEBRANDSTR. 14a</u>	PLZ, Ort: <u>30455 H.</u>
Geb.-Datum: <u>08.04.27</u>	Beruf: <u>Ruhestand</u>

Trainingsregime vom 25.10.94 bis zum 26.01.95  
 Trainingspause? vom / bis zum /  
 Wie häufig haben Sie im Durchschnitt das RSP absolviert? 2,5 /Woche  
 Wieviel Minuten haben Sie pro Trainingseinheit investiert? ca. 75-80 Minuten  
 Wurden durch das Trainingsregime irgendwelche Probleme verursacht?  
 - Rücken: ja ☐ (welche?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 - Herz-/Kreislauf: ja ☐ (Art?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 - Gelenke: ja ☐ (welche?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 oder: \_\_\_\_\_  
 Akuter Schmerzzustand: permanent schmerzhaft ☐  
 nach Belastungen schmerzhaft ☒  
 während des Trainingsregimes ☐  
 keine Schmerzen mehr ☐  
 zeitweise schmerzhaft ☐  
 leicht spürbar ☐  
 nach dem Training ☐  
 oder: Kein O.K. ! KEINE AUSSTRAHUNGEN MEHR!  
 Wie würden Sie in bezug auf Ihr momentanes Schmerzempfinden den Erfolg des Trainingsregimes beschreiben?  
 schmerzfrei ☐ wesentlich besser ☒ besser ☐ etwas besser ☐ unverändert ☐ schlechter ☐  
 Wie würden Sie den Trainingserfolg beurteilen?  
 ausgezeichnet ☒ gut ☐ befriedigend ☐ ausreichend ☐ schlecht ☐  
 War der Zeitaufwand  
 minimal ☐ gut organisierbar ☒ angemessen ☐ schwer organisierbar ☐ zu zeitaufwendig ☐ ?  
 1. 2. 3.  
 Ever-med Bauch:  
 Empfindlichkeit (µV) A: 600 Spitzenwert [%]: 36135133 → 208,0  
 Ever-med Rücken:  
 Empfindlichkeit (µV) A: 600 Spitzenwert [%]: 55150158 → 325,0

<b>Bauch:</b>	<b>Rücken:</b>
<u>36</u>	<u>+55</u>
<u>-37</u>	<u>-60</u>
<u>-32</u>	<u>+50</u>
<u>35</u>	<u>-49</u>
<u>33</u>	<u>+58</u>

## Anhang III: Abschluß - Analysebogen

**Abschluß-Analysebogen**

20.04.95

Name: <u>SCHILD</u>	Vorname: <u>HEETA</u>
Straße, Hausnr.: <u>HILDEBOLDSTR. 14A</u>	PLZ, Ort: <u>30455 H.</u>
Geb.-Datum: <u>08.04.27</u>	Beruf: <u>RUHESTAND</u>

Trainingsregime vom 26.07.95 bis zum 20.04.95  
 Trainingspause? vom 03.03.95 bis zum 20.03.95  
 Wie häufig haben Sie im Durchschnitt das RSP absolviert? 1,73 /Woche  
 Wieviel Minuten haben Sie pro Trainingseinheit investiert? ca. 75 Minuten  
 Wurden durch das Trainingsregime irgendwelche Probleme verursacht?  
 - Rücken: ja ☐ (welche?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 - Herz-/Kreislauf: ja ☐ (Art?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 - Gelenke: ja ☐ (welche?) \_\_\_\_\_ nein ☒  
 oder: \_\_\_\_\_  
 Akuter Schmerzzustand: permanent schmerzhaft ☐  
 nach Belastungen schmerzhaft ☐  
 während des Trainingsregimes ☒  
 keine Schmerzen mehr ☐ zeitweise schmerzhaft ☐  
 leicht spürbar ☐  
 nach dem Training ☐  
 oder: \_\_\_\_\_  
 Wie würden Sie in bezug auf Ihr momentanes Schmerzempfinden den Erfolg des Trainingsregimes beschreiben?  
 schmerzfrei ☒ wesentlich besser ☐ besser ☐ etwas besser ☐ unverändert ☐ schlechter ☐  
 Wie würden Sie den Trainingserfolg beurteilen?  
 ausgezeichnet ☒ gut ☐ befriedigend ☐ ausreichend ☐ schlecht ☐  
 War der Zeitaufwand  
 minimal ☐ gut organisierbar ☒ angemessen ☐ schwer organisierbar ☐ zu zeitaufwendig ☐ ?  
 Werden Sie auch in Zukunft ein gesundheitsorientiertes Training durchführen? ja ☒ nein ☐  
 1. 2. 3.  
**Ever-med Bauch:**  
 Empfindlichkeit (µV) A: 600 Spitzenwert [%]: 35134135 → 288,0  
**Ever-med Rücken:**  
 Empfindlichkeit (µV) A: 600 Spitzenwert [%]: 60167162 → 378,0

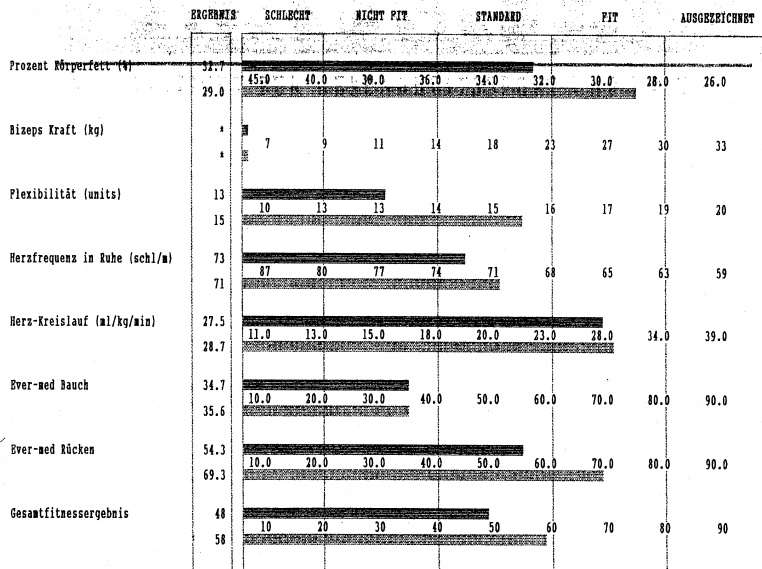
<b>Bauch:</b>	<b>Rücken:</b>
<u>35</u>	<u>-69</u>
<u>34</u>	<u>-54</u>
<u>-32</u>	<u>60</u>
<u>35</u>	<u>62</u>
<u>-36</u>	<u>62</u>

## 7. Anhang

### Anhang IV: Microfit - Testausdruck

**PRAEVENTAS II**  
Microfit Fitnessprofil

Herta Schild      Standard Daten : 60-69 Jahre      Weiblich  
Alter: 68 Jahre      Test 1 Gewicht : 62.5 kg      26-Jan-1995  
Größe: 160.5 cm      Test 2 Gewicht : 60.7 kg      20-Apr-1995  
*gut*



Fahrradtestwerte	20-Apr-1995	26-Jan-1995	Werte Hautfalten	20-Apr-1995	26-Jan-1995
Leistung (kp)	2.0	1.5	Trizeps	22.5	23.8
Pulsfrequenz	144	130	Supra-Iliac	13.9	25.4
Erholungsrate (3 min)	89	87	Oberschenkel	31.1	30.8

#### Blutdruck

Systolischer (mmHg)	110	106
Diastolischer (mmHg)	74	76

#### Blutdruck nach der Belastung

Systolischer (mmHg)	148	140
Diastolischer (mmHg)	80	80



Anhang V: Anamnesebogen - JLU

Lehrstuhl für Sportmedizin Justus-Liebig-Universität Gießen

KLINISCHER BEFUND

Name: ..... Vorname: ..... geb.: .....

Gewicht: ..... kg Größe: ..... cm VK: .....

Allgemein/Konstitution: .....

Kopf: ..... Ohren/Gehör: ..... Augen/Sehfunktion: .....

Nasen-Rachenraum: .....

Zähne: .....

Lungen: .....

Herz und Kreislauf: .....

.....

.....

Abdominalorgane, Bauchdecken: .....

.....

Urogenitalsystem (Menstruation): .....

.....

Besondere Befunde: .....

.....

.....

.....

HALTUNGS- und BEWEGUNGSPARAT

Rumpf (Thoraxdeformität): .....

Becken: ..... FBA: .....

Wirbelsäule: C<sub>7</sub>/L<sub>5</sub> ..... cm

Extremitäten: .....

Besondere Befunde: .....

.....

Röntgen erforderlich: .....

Vorstellung beim Facharzt erforderlich: .....

Datum: .....

verantwortlicher Arzt

Anhang VI: Testprotokoll - JLU

Lehrstuhl für Sportmedizin

Leiter: Prof. Dr. med. P. E. Nowacki

Arzt für Innere Medizin, Sportmedizin

35394 Gießen, den

Kugelberg 62

Tel.: 0641/702-5322

Fax.: 0641/702-5328

**SPORTÄRZTLICHER UNTERSUCHUNGSBOGEN**

Name: ..... Vorname: ..... geb.: .....

Anschrift: .....

Schule/Beruf: ..... Verein: .....

Sportlehrer: ..... Trainer: .....

Hausarzt: .....

Hauptsportart: .....

Wettkampfdisziplin: .....

Persönliche Bestleistung (Meisterschaften):

Training: Welche Wochentage: .....

Stunden insgesamt/Woche: .....

Trainingspausen: .....

Beschwerden beim Sport und Sportverletzungen:

Anamnese - Zwischenanamnese seit der Untersuchung vom:

Familienanamnese:

## 7. Anhang

### Anhang VII: Ergometrie - Test - Bogen - JLU

Professur für Sportmedizin Justus-Liebig-Universität  
Gießener Belastungsverfahren nach NOWACKI

#### Fahrad-Spiro-ERGOMETRIE im Sitzen

NAME: Schild VORNAME: Herta geb.: 8.4.27  
GEWICHT: 62 kg GRÖSSE: 160.5 cm Kör.Gfl.: .....  
DATUM: 19.12.94 UHRZEIT: 11:40 Uhr

Min.	RR mmHg	HF/EKG	Leistung/Watt	Bemerkungen
Ruhe	<u>160/95</u>	<u>74</u>		<u>0.5 W/kg, 46-124 Kode</u>
Belastung				
1		<u>87</u>		<u>0.5 W/kg, 46 = 31 Watt</u>
2	<u>180/100</u>	<u>88</u>		
3		<u>103</u>		
4	<u>195/100</u>	<u>107</u>		<u>1.0 " = 62 "</u>
5		<u>121</u>		
6	<u>200/105</u>	<u>126</u>		<u>1.5 " = 93 "</u>
7		<u>138</u>		
8	<u>210/110</u>		<u>2.0 " = 124 "</u>	
9				<u>1 Min 2.0 W/kg = 124-Watt</u>
10				<u>SICHER GETRETEN.</u>
11				
12				
13				
14				
15				
sofort:		<u>139</u>		
Erholung				
1	<u>210/100</u>	<u>114</u>		L1 .....
2	<u>195/95</u>	<u>102</u>		L2 .....
3	<u>170/95</u>	<u>96</u>		HF2 .....
4	<u>170/100</u>	<u>89</u>		HF1 .....
5	<u>165/95</u>	<u>88</u>		PWC 170 .....

Ruhe-EKG: ruhig STV 0.1-0.2 mV 12 V<sub>6</sub> PWC 170 m<sup>2</sup>  
Ergebnis:



## Anhang IX: Stretching - Programm Seite 1



Im Hinblick auf Sicherheit und Effizienz wird für den Gesundheitssport als "Cool-down-Phase" die gehaltene Dehntechnik empfohlen. Achten Sie auf eine technisch korrekte Durchführung und orientieren Sie sich an folgenden Kriterien:

- Dehnen Sie den anvisierten Muskel **sanft**, so daß Sie ihn spüren. **Nicht bei oder mit Schmerzen den Muskel dehnen.**
- Halten Sie die eingenommene Position ca. 15 bis 30 Sekunden und wiederholen Sie die Übung zwei- bis dreimal.

<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Zwillingen-muskel, Schollen-muskel</p>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Schulterhöhe absteigen, Schrittschlingung, Fußspitzen zeigen nach vorn</li> <li>• Gewichtverlagerung auf das vordere Bein, vermehrtes Beugen im Kniegelenk, die Ferse behält Bodenkontakt</li> <li>• Rumpf steht in Verlängerung des gestreckten Beines (kein Hohlkreuz)</li> <li>• Wechsel</li> </ul>	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Schollen-muskel, Zwillings-wadenmuskel</p>	<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beidhändig abstützen in Schritt-schlingung, Fülle zeigen nach vorn</li> <li>• Hinteres Bein im Kniegelenk beugen, die Ferse behält Bodenkontakt</li> <li>• Das Kniegelenk sollte sich vor der Fußspitze befinden (Projektionslinie)</li> <li>• Wechsel</li> </ul>
<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Hintere Oberschenkel-muskulatur, Zwillingswaden-muskel, Schollen-muskel</p>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knie stand, das zu dehnende Bein gestreckt mit der Ferse aufliegen</li> <li>• Geraden Oberkörper über das gestreckte Bein absenken</li> <li>• Wechsel</li> </ul>	<p><b>Variation</b> Bei verkürzten Hüftbeugern unteres Bein im Kniegelenk anbeugen</p>	<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberschenkel kniegeknacknah beidhändig umfassen</li> <li>• Fuß maximal zum Schienbein anziehen, vermehrtes Strecken im Kniegelenk</li> <li>• Hüftbeugung beibehalten, unteres Bein hält gestreckten Bodenkontakt</li> <li>• Wechsel</li> </ul>
<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Großer Gesäßmuskel</p> <p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knie beidhändig umfassen, Blick zur Decke</li> <li>• Anziehen des Knies zur</li> </ul>		<p><b>gegenüberliegenden Schulter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das andere Bein hält gestreckten Bodenkontakt (Fuß zum Schien-bein anziehen, Ferse -heraus-schieben)</li> <li>• Wechsel</li> </ul>	<p><b>Anmerkung</b> Nur vorsichtig einsetzen bei Hüftgelenk-erkrankungen</p>	<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtes Bein gebeugt über-schlagen, linkes Knie fixiert oberhalb des Fußgelenks</li> <li>• Fuß des linken Beines zum Schienbein anziehen, Dehnung verstärken durch Herausziehen des unteren Beines</li> <li>• Wechsel</li> </ul>
<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Untere und tiefe Rücken-muskulatur (m. multifidus und mm. interspinaeversarii)</p> <p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferse nützt, Oberkörper bei stän-digen Fersekontakt maximal nach vorn neigen</li> <li>• Die Arme befinden sich hinter dem Kopf, die Stirn liegt auf dem Boden auf</li> </ul>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückenlage, hintere Ober-schenkel umfassen</li> <li>• Kopf anheben, Knie in Richtung Stirn ziehen</li> <li>• Besonders auf gleichmäßige Atmung achten</li> </ul>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückenlage, hintere Ober-schenkel umfassen</li> <li>• Kopf anheben, Knie in Richtung Stirn ziehen</li> <li>• Besonders auf gleichmäßige Atmung achten</li> </ul>
<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Vordere Oberschenkel-muskulatur</p>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabiler Stand, gleichzeitiges Fuß-rücken umfassen</li> <li>• Ferse zum Gesäß ziehen, Knie anig nach unten (kein Abheben)</li> <li>• Aufrechter Oberkörper, Becken-kippung nach vorn (Hohlkreuz) durch aktive Bauchmuskel-spannung vermeiden</li> <li>• Wechsel</li> </ul>	<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichseitigen Fußrücken umfas-sen, das andere Bein hält ständig Bodenkontakt, den Beckenkamm durch aktives Anspannen der Gesäßmuskulatur auf den Boden drücken</li> </ul>	<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferse zum Gesäß ziehen</li> <li>• Oberschenkel zusammenhalten, Stirn bei Bodenkontakt</li> <li>• Wechsel</li> </ul>
<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Hüftbeuge-muskulatur, gerader Oberarm-muskel (m. rectus femoris)</p>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorderer Ausfallschritt, hinteres Bein in Verlängerung aufliegen</li> <li>• Gewicht bei geradem Oberkörper nach vorn verlagern</li> <li>• Das Becken bleibt frontal (Auswärtsdrehen vermeiden)</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Bein neben der Stützfäße, Fußrücken mit gleichseitiger Hand umfassen, die andere Hand stabilisiert am Bankrand</li> <li>• Ferse zum Gesäß ziehen</li> <li>• Oberkörper aufrecht halten, Knie zeigt nach unten</li> </ul>
<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Schenkelbeuger (Abduktoren), innere und äußere schräge Bauch-muskulatur</p>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtes Bein über das gestreckte linke Bein überschlagen, Fuß oberhalb des Knies aufstellen, rechter Arm unter den aufstehen Oberkörper ab (Blickrichtung über rechte Schulter)</li> <li>• Linker Ellbogen drückt den rechten Oberschenkel zur Gegenseite</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><b>Durchführungshinweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linke Hand umfaßt das rechte Knie, der rechte Arm stabilisiert seitlich ausgerichtet am Boden, Blickrichtung zum rechten Arm</li> <li>• Knie in Richtung Boden ziehen</li> <li>• Beide Schultern behalten ständig Bodenkontakt</li> </ul>

Anhang X: Stretching - Programm Seite 2

	<p><b>Anmerkungen</b> Nur vorsichtig einsetzen bei Hüftgelenkerkrankungen. Bei verkürzter hinterer Oberschenkelmuskulatur Übung durch Alternative 1 ersetzen</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den gesamten Rücken und Kopf an der Wand abstützen</li> <li>• Beine gestreckt auseinandergrätschen, Füße zeigen nach oben</li> </ul>		<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Füße bei aneinandert liegenden Fußballen in Richtung Becken ziehen</li> <li>• Oberkörper betont aufrichten (Blickrichtung nach vorn), Kniegelenke aktiv in Richtung Boden bringen</li> </ul>
	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Brustmuskulatur, Deltamuskulatur (vorderer Anteil)</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Unterarm bei angewinkeltem Ellbogen auf Schulterhöhe fixieren</li> <li>• Schrittstellung, Fuß der gleichen Seite zeigt nach vorn</li> <li>• Auswärtsdrehen des Rumpfes in die Dehnung</li> <li>• Wechsel</li> </ul>	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Brustmuskulatur</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fernerstrecke, Oberkörper schräg nach oben, gestreckte Arme weitgehend fixieren, Rücken gerade halten</li> <li>• Brustkorb nach unten in die Dehnung führen, mit Fingern des Kopfes die Dehnung individuell ändern</li> </ul>
	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Breiter Rückenmuskel (Latissimus), dreigelenkiger Armerstrecker (Trizeps)</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulterbreiter Stand, rechte Hand umfaßt den linken Ellbogen und zieht diesen hinter den Nacken</li> <li>• Vorbeugen des Oberkörpers bei gleichzeitiger Dehnung nach links</li> <li>• Becken bleibt frontal</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtes Bein etwas hinter das linke führen, Rumpfbeuge nach links, beidhändig abstützen</li> <li>• Hüfte nach außen schieben, gleichzeitig mit Händen -herabwandern</li> <li>• Oberkörper und Becken bleiben stets frontal</li> <li>• Wechsel</li> </ul>
	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Deltamuskulatur (oberer Anteil), Kapuzenmuskel, seitl. Halsmuskulatur</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Handgelenk hinter dem Rücken umfassen</li> <li>• Den Arm diagonal abwärts ziehen, den Kopf zur gegenseitigen Schulter neigen (Blickrichtung nach vorn)</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Deltamuskulatur (hinterer Anteil), Rautenmuskel, Kapuzenmuskel (hinterer Anteil)</p> <p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ellbogen umfassen, Arm etwas über der Waagerechten</li> <li>• Den Ellbogen in Richtung gegenüberliegende Schulter ziehen, Blickrichtung</li> </ul> <p>über die Schulter der zu dehnenden Seite • Wechsel</p>
	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Seitl. Halsmuskulatur, Kapuzenmuskel (oberer Anteil), Schulterblattheber</p>	<p><b>Vorbereitung</b> Zugrichtung seitwärts-vorwärts, Blick in Richtung Achselhöhle</p> <p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Kopf von der Gegenseite umfassen</li> <li>• Den Kopf seitwärts zur Schulter ziehen, Blickrichtung geradeaus, der gegenseitige Arm stemmt in Richtung Boden</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><i>Two Sic's was bevor sich etwas tut!</i></p>
	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Dreiköpfiger Armerstrecker (Trizeps)</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulterbreiter Stand, Kniegelenke leicht gebeugt, Handfläche auf gleichseitiges Schulterblatt legen</li> <li>• Die gegenseitige Hand zieht den Ellbogen nach hinten-unten</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberarmrückseite in Hochhalte fassen, Schrittstellung, gegenseitiger Fuß zeigt nach vorn</li> <li>• Oberkörper nach vorn verlagern</li> <li>• Wechsel</li> </ul>
	<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Brustmuskulatur, Bizeps</p>	<p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kniestand, Oberkörper abwärts geneigt, einen Arm stützig wegstrecken</li> <li>• Herabziehen der Schulter in die Dehnung</li> <li>• Wechsel</li> </ul>		<p><b>Vorrangig gedehnte Muskulatur</b> Gestreckter Arm über Schulter, Muskulatur</p> <p><b>Durchführungsblende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestreckten Arm über Schulter, hohe fassen, Schrittstellung, Fuß der gleichen Seite zeigt nach vorn</li> <li>• Auswärtsdrehen des Rumpfes in die Dehnung</li> <li>• Wechsel</li> </ul>

**Dehnen und Entspannen in der Gruppe**

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag

## 8. Danksagung

Für die Überlassung des Themas der vorliegenden Dissertation und die jederzeit freundliche und hilfsbereite Unterstützung bei der Durchführung der Laboruntersuchungen sowie den zahlreichen Anregungen und Korrekturen meiner Ausarbeitung möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Paul E. Nowacki meinen besonderen Dank aussprechen.

Mein Dank gilt auch allen Mitarbeitern der Professur für Sportmedizin der Justus - Liebig - Universität Gießen, die bei der Durchführung dieser Arbeit geholfen haben.

Selbstverständlich gebührt mein Dank auch allen Probandinnen, die mit Begeisterung und Durchhaltevermögen das Trainingsregime absolviert und somit zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Abschließend möchte ich mich vom ganzen Herzen bei meiner Lebensgefährtin Christine Röncke bedanken, die für mich in allen Phasen dieser Arbeit eine 100prozentige Unterstützung war.

## 9. Lebenslauf

**Name:** Paul - Heinrich Alberding  
**Geburtstag:** 29. Oktober 1965  
**Geburtsort:** Lastrup  
**Eltern:** Lisa Alberding, geb. Taphorn; Paul Alberding  
**Geschwister:** Günther 1952, Werner 1954, Maria 1955,  
Irmgard 1957, Dorothee 1958, Mechthild 1963  
**Familienstand:** ledig, Lebensgefährtin Christine Rönicke  
1 Kind: Leon

### Schulbildung:

1972 - 1976 E. – W. Grundschule Lastrup  
1976 - 1978 Orientierungsstufe Lastrup  
1978 - 1982 Gymnasium Löningen  
1982 - 1983 Höhere Handelsschule der BBS I Löningen  
1983 - 1986 Fachgymnasium Technik der BBS II Cloppenburg

### Studium:

1987 - 1993 Studium an der Universität Hannover  
Lehramt an berufsbildenden Schulen  
Fachrichtung: Gestaltungstechnik  
Unterrichtsfach: Sport  
02.06.1993 Erste Staatsprüfung

### Berufstätigkeit:

1992 - 1993 Gesundheitssport - Berater der PRÄVENTAS I GmbH  
1993 - 1995 Betriebsleiter der PRÄVENTAS II GmbH  
1996 - 1997 Sportwissenschaftlicher Leiter Physical Park GmbH & Co. KG  
1997 - 2000 geschäftsführender Gesellschafter der  
Wellmaxx® GmbH & Co. KG Bad Münster  
2000 - 2001 Manager Networking & Cooperation der Platin AG Hannover  
seit 2001 Sportwissenschaftlicher Berater für kommerzielle  
Gesundheitssport- und Wellnessanlagen



## **10. Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig und nur mit Hilfen angefertigt habe, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Paul - Heinrich Alberding

Wennigsen / Bredenbeck, den 24. Juni 2003



